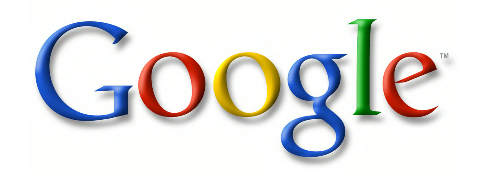
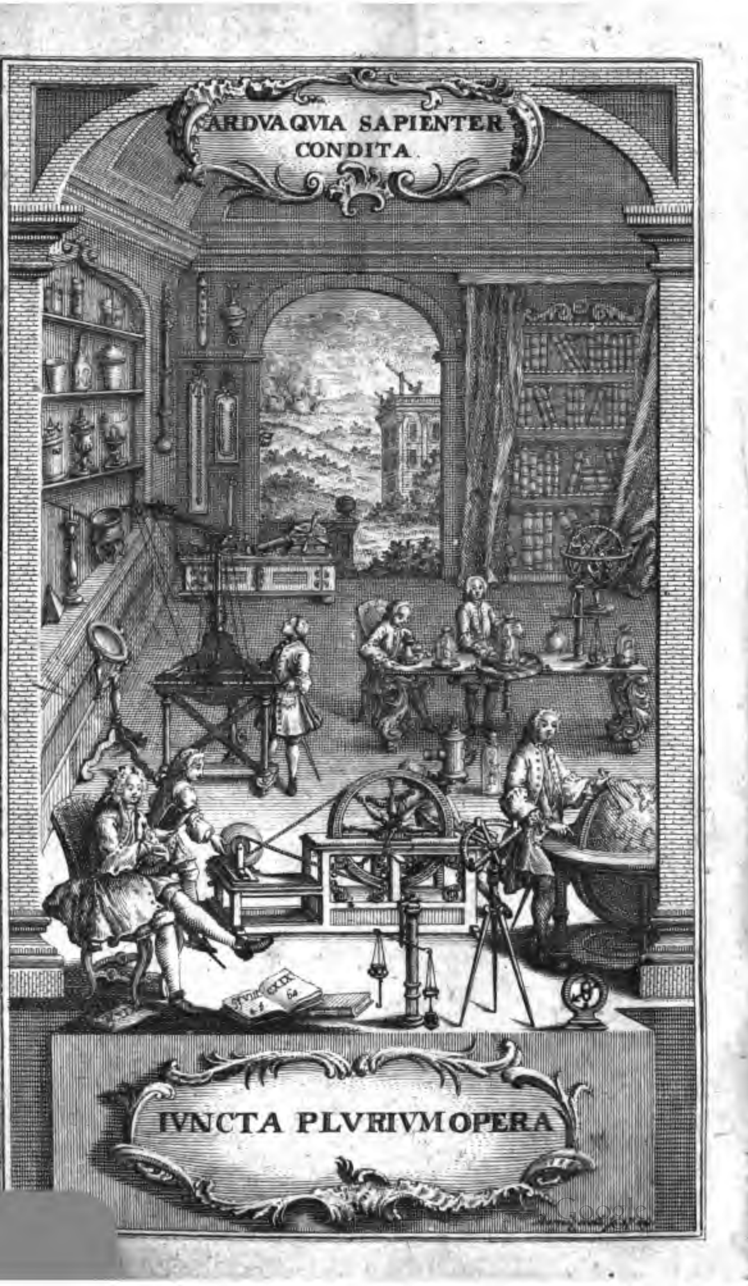



Ex Bibliotheca Canonicorum Praemonstratensium in Steingaden.
1786



Physica.
Systemata & methodi 163.
Crusius


ARDVA QVIA SAPIENTER
CONDITA
IVNCTA PLVRIVM OPERA

Christian August Crusii,

Philos. P. P. zu Leipzig,

Anleitung
über
natürliche Begebenheiten
ordentlich und vorsichtig
nachzudencken.

Erster Theil.



Leipzig,
bey Johann Friedrich Gleditsch, 1749.

Sr. Königl. Hoheit,

dem

Durchlauchtigsten Fürsten und Herrn,

HERRN

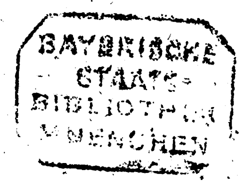
Friedrich Christian,

Königl. Prinzen in Pohlen und Litthauen, Churprinzen und Herzogen zu Sachsen, Jülich, Cleve, Berg, Engern und Westphalen, Landgrafen in Thüringen, Marggrafen zu Meissen, auch Ober- und Niederlausitz, Burggrafen zu Magdeburg, gefürsteten Grafen zu Henneberg, Grafen zu der Marck, Ravensberg, Barby und Hanau, Herrn zu Ravenstein ꝛc. ꝛc.

Meinem gnädigsten Fürsten und Herrn.

Durchlauchtigster Königlicher Churprinz,

Gnädigster Fürst und Herr,



Daß die Wissenschaften ihre Zuflucht zu dem Schutz und der Gnade grosser Fürsten genommen haben, ist eine eben so alte als sehr natürliche Gewohnheit; und

iedermann weiß den Vortheil, den dieselben daraus gezogen haben und noch ziehen, daß die größten Fürsten, welche die Geschichte aufweisen kan, es ihrer Hoheit vor sehr anständig gehalten haben, als Beschützer derselben gerühmet und verehret zu werden. Es scheinet aber, daß zu unsern Zeiten die Naturlehre auf das Recht, sich dieses unterfangen zu dürfen, fast noch einen grössern Anspruch, als verschiedene andere Wissenschaften, machen könne. Denn da sie den ansehnlichen Zuwachs, wodurch sie bisher mercklich zugenommen hat, eben den weisen und ruhmwürdigen Anstalten edelmüthiger Fürsten zu dancken hat: wie könte es denenselben mißfallen, sich die Versuche,

welche

welche zur Ausbreitung und Erweiterung derselben gemacht werden, als Früchte ihrer eigenen Gnade und Vorsorge, vorlegen zu lassen? Und wie könten sie eine demüthige Ehrerbietung ungnädig aufnehmen, welche man ihnen an den Tag zu legen sich bey einer Gelegenheit erkühnet, deren man niemals theilhaftig geworden wäre, wenn sie nicht die Beherrscher der Völcker durch ihre Veranstaltung und Freygebigkeit verschaffet hätten? Man kan zwar nicht genau bestimmen, wie weit sich die Erkenntniß der Natur in den ersten und alleraltesten Zeiten der Welt erstrecket hat, ich meine in jenen Zeiten, gegen welche die übrig gebliebenen Denckmahle aller

derjenigen Völcker noch neu sind, wel-
che die durch die Barbarey unterge-
gangene Wissenschaft ihrer Voreltern
gantz von neuen und mit der grösten
Schwierigkeit haben wieder suchen
müssen. Aber die vortrefflichen Ver-
standes-Gaben, welche man dem ersten
Menschen zutrauen muß, welcher un-
mittelbar, so zu reden, aus der Hand
Gottes kam, das lange Leben der Men-
schen, welches sich in den ersten Zeiten
auf viele Jahrhunderte erstreckte, und
die unverwerflichen Spuhren, welche
uns davon aufbehalten sind, können
unpartheyische nicht zweifeln lassen,
daß sie ausnehmend gewesen ist. Un-
sere Zeiten aber haben es sich vor ein
Glück zu schätzen, daß grosse und Weis-
heit

heit liebende Prinzen es durch Vereinigung gantzer gelehrten Gesellschaften dahin gebracht haben, daß uns die gegenwärtige Kürze unseres Lebens erträglicher wird, und der gesellschaftliche Fleiß vieler in einem Menschen-Alter vielleicht mehr leistet, als der Fleiß eines einzigen zuwege bringen könte, wenn sein Leben, den Jahren mehrerer zusammen genommen gleich wäre.

Ew. Königl. Hoheit verstatten demnach gnädigst, daß ich mir in tiefster Unterthänigkeit die Erlaubniß ausbitten darf, **Denenselben** auch gegenwärtigen Versuch einer Anleitung, über natürliche Begebenheiten

ordentlich und vorsichtig nachzuden-
ken, aus wahrer und unterthänigster
Verehrung des Durchlauchtigsten
Nahmens Deroselben, den ich mei-
nem geringen Buche vorsetze, zu wied-
men. Gantz Europa kennet und be-
wundert die gnädige Zuneigung, wel-
che Ew. Königl. Hoheit gegen die
Wissenschaften deswegen ausseror-
dentlich blicken lassen, weil Selbige
deren Werth durch selbst eigene gründ-
liche und weitläuftige Kenntniß einse-
hen. Unsere Universität zu Leipzig
weiß davon die häufigsten Proben auf-
zuweisen, welche sie mit der größten
Danckbegierde zu verehren niemals
vergessen wird. So geringschätzig de-
rowegen auch das Werck an sich ist,
welches

welches ich Ew. Königl. Hoheit darzubringen mich unterstehe; so wenig besorge ich doch, daß Denenselben die Absicht mißfallen kan, daß ich dadurch zu bezeugen wünsche, wie eifrig ich an der allgemeinen Pflicht Theil nehme, die grossen und ruhmwürdigsten Eigenschaften Ew. Königl. Hoheit zu verehren, und wie glücklich ich mich schätze, ein gebohrner Unterthan eines solchen Fürsten zu seyn, an welchem die Wissenschaften eben sowohl einen erleuchteten Kenner, als einen mächtigen und gnädigsten Beschützer haben.

Die Absicht meines Buches ist zwar von einer solchen Beschaffenheit, daß

sich

sich dasselbe nicht eben allzugeneigte Blicke von allen versprechen darf, welche auch sonst die Betrachtung natürlicher Begebenheiten lieben und hochschätzen. Meine Zeit und meine übrigen Umstände haben es mir noch nicht erlaubet, den Spuhren der wirckenden Natur durch eigene Versuche also nachzugehen, daß ich neue und sonderbare Entdeckungen liefern könte. Meine Begierde, in dem von Gott so reich und prächtig ausgeschmückten Weltgebäude keinen müßigen Zuschauer abzugeben, hat sich bisher lediglich daran begnügen lassen müssen, die Erfahrungen und Schriften anderer zum Grunde zu legen, und zuzusehen, wie weit sich auf die Ursachen

natür-

natürlicher Begebeiten hie und da möchte kommen, oder wenigstens ein näherer Weg bahnen lassen, dieselben künftig zu finden. Und hieraus ist endlich das Buch erwachsen, welches sich die Ehre ausbittet, von dem Durchlauchtigsten Nahmen **Ew. Königl. Hoheit** seine größte Zierde zu borgen.

Wie gefährlich ist es, sich an eine Arbeit zu wagen, welche so vielen berühmten Männern, mit denen ich mich in keine Vergleichung setze, mir allzuoft dergestalt mißlungen ist, daß dadurch viele schüchtern, und viele so argwöhnisch geworden, daß sie von dergleichen Unternehmungen kaum mehr

mehr etwas brauchbares erwarten; zu geschweigen, daß die meisten Leute weit geneigter sind zu empfinden, als nachzudencken. Wie weit ich diese Gefahr zu vermeiden im Stande gewesen, mögen meine Leser urtheilen. Solte ich aber deswegen wohl Bedencken tragen, meine geringe Arbeit einem Prinzen vorzulegen, welcher auch blosse Liebhaber der Wahrheit seiner Gnade würdiget, und auch Fehler zu verzeihen gelernet hat, und in dessen Verstande die natürliche Frage warum? nicht nur, wie gewöhnlich, entstehet, sondern dessen Geist Stärcke genug besitzet, alles, was zu ihrer Auflösung vorgebracht wird, tief und ordentlich zu beurtheilen.

Finden

Finden aber Ew. Königl. Hoheit auch nichts in meiner Schrift, welches Dero Erwartung genug thäte, so geruhen Dieselben wenigstens die Versicherung anzunehmen, daß die Freyheit, welche ich mir nehme, sie zu Dero Füssen zu legen, die aufrichtigsten Regungen der getreuesten Unterthänigkeit und der vollkommensten Ehrfurcht zum Grunde hat, welche mich täglich antreibet, dem unsterblichen Urheber der Natur das allerhöchste Wohlseyn unsers Allertheuersten Landesvaters, Ew. Königl. Hoheit und des gesamten Königlichen Chur-Hauses Sachsen mit

der tiefsten Devotion vorzutragen, mit welcher ich beharre

Durchlauchtigster Königlicher Churprinz,

Gnädigster Fürst und Herr,

Ew. Königl. Hoheit

unterthänigst-gehorsamster
Christian August Crusius.

Vorrede.



Vorrede.

Der heilige und gütige Gott leget uns in dem Reiche der Natur seine grossen Werke in zweyerley Absicht vor die Augen. Einmal und vornemlich geschiehet es, daß wir dadurch zu der Erkenntniß seiner selbst und zur wahren Tugend geleitet werden; und hiernächst, daß wir durch ihre Betrachtung und Untersuchung in den Stand gesetzt werden, uns dieselben zur Beqvemlichkeit unsers Lebens zu Nutzen zu machen. Den ersten Endzweck befördert man dadurch, indem man von den natürlichen Begebenheiten, welche die Erfahrung lehret, auf die Ursachen derselben zurückgehet, und sich dieselben in der Verbindung mit den höhern Wissenschaften vorstellet. Der andere Endzweck aber wird erhalten, wenn man von demjenigen, was entweder von den Werken der Natur aus der Erfahrung bekannt, oder von ihren Ursachen durch Nachsinnen schon entdeckt worden, zu einer specialen Anwendung derselben auf allerhand

hand Künste, und auf den Nutzen in der Haushaltung und allerley vorfallenden Endzwecken fortgehet. Da nun die Naturlehre mit der Betrachtung und Untersuchung der Werke der Natur zu thun hat; so kan demnach auch dieselbe auf zweyerley Art getrieben werden, und man kan seine Bemühung mehr auf den einen oder mehr auf den andern Endzweck gerichtet seyn lassen.

Es sind aber die Werke Gottes im Reiche der Natur von unermeßlichem Umfange, und die Untersuchung eines iedweden ist höchst schwer, weitläuftig und mühsam. Denn die Welt solte ein Spiegel der Vollkommenheit eines unendlichen Schöpfers seyn. Folglich mußte der Umfang derselben und die Mannigfaltigkeit der Geschöpfe und der Verknüpfungen der Dinge so groß seyn, daß alle vernünftige Geister dieselbe beständig bewundern müssen, und die Reichthümer der Natur niemals ganz erschöpfen können. Ferner ist die Welt ein Meisterstück der allerhöchsten Weisheit. Wie solten uns demnach die Werke der Natur nicht zu untersuchen höchst schwer fallen; da ja gewiß ist, daß ein iedes Kunststück um so viel schwerer zu beurtheilen ist, ie mehr Weisheit in demselben angebracht worden. Hierzu kommt noch, daß in der Heiligkeit Gottes

ein

ein nothwendiger Grund liegt, von seinen vernünftigen Geschöpfen einen wahren und freywilligen Gehorsam zu fordern, und moralische Thaten in der Welt, zu seiner Hauptabsicht zu machen. Dieser Endzweck erforderte demnach in der gegenwärtigen Welt eine solche Einrichtung, daß die Menschen zur Erkenntniß seiner Werke nicht anders als mit Mühe, und durch einen redlich und unpartheyisch angewandten Fleiß gelangen können.

Eben diese Gründe aber erweisen zugleich, daß uns die Schwierigkeit und Weitläuftigkeit, welche wir in der Untersuchung natürlicher Begebenheiten finden, von der Betrachtung derselben nicht abschrecken darf. Denn können wir glauben, daß uns Gott so viel grosse Werke umsonst vor die Augen gestellet habe? Sie soll uns vielmehr nur desto vorsichtiger machen, um in der Beurtheilung der Sachen, welche uns vor Augen liegen, ja auf nichts zu verfallen, was uns von der richtigen Erkenntniß der Eigenschaften Gottes und unserer Pflichten ableiten und in Selbstbetrug stürzen kan.

Beobachten wir diese Vorsichtigkeit, so werden wir, der Schwierigkeit und Weitläuftigkeit natürlicher Untersuchungen ungeachtet, gar viel brauchbares von den Werken der

Natur zu erkennen vermögend seyn. Wir werden die Lücken, welche in unserer Erkenntniß bleiben, bemerken, und das Gewisse und Ungewisse unterscheiden. Wir werden auch stuffenweise weiter gehen können, und alle Wissenschaften werden von der Naturlehre Nutzen ziehen. Denn die Erkenntniß a posteriori ist bey den menschlichen Wissenschaften der beständige Leitfaden, welcher uns theils auf die Materie führet, worüber wir nachsinnen sollen, theils auch, wo unser Nachsinnen von dem rechten Wege ausschweifet, uns zurechte weiset. Die höhern Wissenschaften und die Naturlehre sind deswegen beständig gegen einander zu halten und mit einander zu verbinden. Eine Wissenschaft wird sodann die andere bestätigen, erläutern und vollkommener machen. Und wo in der einen etwas versehen ist; so wird es die Vergleichung mit der andern und der entstehende Streit zwischen beyden offenbar machen, und man wird immer die eine nach der andern weiter ausbessern können.

Was ich ietzt von der Vergleichung der Naturlehre mit den höhern philosophischen Wissenschaften gesagt habe, das gilt auch in seiner Maasse von der Vergleichung derselben mit der heiligen Schrift. Denn da uns in derselben bey Gelegenheit historische Nachricht

von

von allerley Einrichtungen der Welt gegeben wird, welche bloß auf die willkührliche, doch weise, Entschliessung Gottes ankamen, und sich weder durch Gründe a priori erweisen lassen, noch auch a posteriori empfunden oder geschlossen werden können: so ist offenbar, daß die natürliche Erkenntniß durch Vergleichung mit den historischen Nachrichten, welche wir aus der heiligen Schrift haben, in vielen Stücken muß bereichert werden können. Man hat sich daran nicht zu kehren, daß eine solche Art zu philosophiren gewissen Leuten, wegen ihrer übeln Gesinnung gegen die heilige Schrift, nicht anstehet. Es gehöret vielmehr vor dieselben der Rath, den man allen Leuten geben muß, welche in einer Sache unwissend sind, oder irren, die sie doch wissen solten und könten, nemlich daß sie dieselbe besser lernen sollen.

Die Wissenschaften sind sämtlich unerschöpflich. Alle zusammen aber haben eine genaue Verbindung unter einander, so daß man immer zur Beurtheilung einer Sache mehrere zu Rathe ziehen muß. Wenn daher auf Universitäten ein solcher Grund geleget werden soll, auf welchen iedweder sicher und leichte fortbauen kan; so ist auf eine gute Encyclopädie zu sehen. In derselben muß sich demnach auch die Naturlehre befinden. Es

erhellet aber aus dem vorigen, daß, so viel Ursache man hat, die Mathematik und natürliche Historie zu treiben, welche zur Naturlehre unentbehrlich sind, eben so nothwendig auch eine Anleitung erfordert werde, wie man über natürliche Begebenheiten ordentlich und vorsichtig nachdenken, und dieselben mit den höhern Wissenschaften vergleichen soll. Diese Anleitung muß so eingerichtet seyn, daß sie denenjenigen, welche zu den specialern Wissenschaften und Materien fortgehen wollen, zu einer Grundlage dienen kan, und daß die, welche in denen letztern schon stark sind, dieselbe zu vortheilhafter Untersuchung der Ursachen gebrauchen können.

Es ist vor sich klar, daß, wenn man über die Ursachen natürlicher Begebenheiten mit Vortheil nachdenken will, insonderheit nebst der Mathematik und Vernunftlehre eine gnugsame Menge von brauchbaren Erfahrungen vorher erfordert wird. Denn wir sehen von den Gründen natürlicher Dinge viel zu wenig ein, als daß wir die Beschaffenheit und Wirkungen derselben a priori bestimmen könten. Vieles hanget auch in der That von der willkührlichen Einrichtung Gottes ab, und leidet deswegen gar keinen Beweis der Nothwendigkeit a priori. Ja wo auch Fälle vorkommen,

men, wo man aus bekannten Gründen dasjenige, was daraus folgen muß, a priori bestimmen könte; da liegen uns doch so viel klägliche Exempel vor Augen, wie sich hierbey die Menschen in ihrem Nachsinnen verirren und ausschweifen, daß man in schweren Fällen nothwendig schüchtern werden muß, die Deductionen als gewiß zuzugeben, so lange sie nicht gegen die Erfahrungen gehalten, und dadurch bestätiget worden.

Doch wäre es auch viel zu weit gegangen, wenn man die Untersuchung der Ursachen so lange wolte ausgesetzt seyn lassen, bis erst alle mögliche Versuche und Erfahrungen, und überhaupt alle möglichen Materialien der Naturlehre, zusammen gesammlet wären. Die Versuche selbst müssen vielmehr also angestellet werden, daß man gleichsam, wenn man das eine Auge auf die Erfahrungen richtet, mit dem andern gleich auf die Ursachen zurücksiehet, iedoch nur auf solche, welche mit den Regeln der Vernunftlehre, und mit allen schon bekannten Wahrheiten, genau bestehen können. Denn hierdurch wird die Aufmerksamkeit bey der Erfahrung auf den rechten Punct gerichtet, dergestalt, daß man nicht auf ein gut Gerathewohl herumtappet, sondern die Einrichtung zweckmäßig machet, und mit wenigen vie-

les ausrichtet. Das Wachsthum der Naturlehre muß eben so durch eine beständige Verbindung der Erfahrung mit dem Nachsinnen befördert werden, wie die Vollkommenheit der Seele dadurch erlanget wird, daß gleich mit dem Anfange der Cultur des Verstandes auch die Cultur des Willens verknüpfet wird, und so wechselsweise eines das andere weiter befördert.

Die Erfahrungen selbst und andere Materialien der Naturlehre müssen von vielerley Gattungen von Leuten geliefert werden. Keine Wissenschaft, und auch keine Kunst und Handthierung, ist davon auszuschliessen, daß sie etwas nützliches dazu beytragen kan. Da es nun unmöglich ist, daß sich ein einiger Mensch auf allzuvieles zugleich also legen kan, daß er auch stark darinnen werde; so ist kein anderer Rath, wenn die Naturlehre zunehmen soll, als daß viele Gelehrte ihren Fleiß zur Beförderung ihres Wachsthumes redlich und ohne Eifersucht und Partheylichkeit vereinigen, und iedweder darzu beyträgt, worzu er nach seinen Umständen theils Lust, theils Geschicklichkeit hat.

Wie viel durch einen solchen vereinigten Fleiß auszurichten ist, haben die neuesten Zeiten an so vielen schönen Proben gewiesen.

Kein

Kein Kenner kan ohne Vergnügen daran denken, was vor treffliche Materialien der Naturlehre durch das unermüdete Experimentiren, durch die medicinischen Wissenschaften und durch die Anwendung der Mathematik bisher zusammen gebracht worden. Kan man zweifeln, daß es sich bey solchen Umständen auch in der Untersuchung der Ursachen natürlicher Begebenheiten und in der Einsicht in die Verknüpfung derselben mit den höhern Wissenschaften etliche Schritte weiter werde bringen lassen, wenn man die Sache eben sowohl redlich und mit vereinigten Kräften angreiffen will.

Daß aber solches geschehe, erfordert der vorhin erwehnte erste und Hauptzweck der Naturlehre. Man hat die neuen Erfindungen bisher zur Verbesserung der Künste, der Schiffahrt, Bergwerke, Baukunst u. s. w. mit grössem Vortheile angewandt, welche Art vom Gebrauche denjenigen Endzweck von der Erkenntniß der Natur betrifft, welchen ich oben als den andern angegeben habe. Ist es denn nun nicht billig, auch einen Versuch nach dem andern zu wagen, ob man nicht ebenfalls den ersten Endzweck der natürlichen Erkenntniß, da dieselbe die Wissenschaften zum Nutzen der Religion und Tugend befördern soll, durch eine vollkommenere Einsicht in die Ursachen natür-

licher

licher Begebenheiten höher treiben kan? Gelinget die Bemühung, darinnen weiter zu kommen; so wird dieselbe auch vor die specialern Wissenschaften und Künste nicht ohne Frucht seyn. Gesetzt aber auch, diese hätten sich davon kein Wachsthum zu versprechen, welches nicht auf andern Wegen eben sowohl zu erhalten stünde; so ist es schon genug, wenn denen Personen damit gedienet wird, welche die Wissenschaften und Künste treiben. Denn da der Hauptzweck natürlicher Erkenntniß alle Menschen angehet; so darf auch dasjenige, was zu einer reichlichern Beförderung desselben dienet, niemanden gleichgültig seyn, welcher die Religion und Tugend im Ernste hochachtet und zu befördern suchet.

Diese Ursachen haben mich bewogen, daß ich seit mehrern Jahren, so weit es meine Zeit und die Einrichtung meiner Umstände gelitten, mich bemühet habe, aus einigen Schriften berühmter Männer, welche ich zu dem Ende mit Bedacht und Nachsinnen durchgelesen, mir dasjenige von den physikalischen Materialien, die bisher erfunden worden, bekannt zu machen, wodurch man in der Aufsuchung der Ursachen von natürlichen Begebenheiten weiter kommen könte. Mein Bestreben gieng dabey theils dahin, die Methode, wie im Nachsinnen

dabey

dabey zu verfahren ist, genau zu bemerken; theils auch von den Ursachen selbst, wo möglich, etwas mehreres einzusehen, wenigstens hypothetisch, d. i. etwas solches, welches man unter der Bedingung gelten zu lassen Ursache hätte, dafern die Nachrichten, auf welche ich bauete, ihre Richtigkeit haben.

Die Regeln, nach welchen ich mich hierbey richtete, waren sonderlich folgende. 1) Ich stellte mir beständig vor, daß nichts wahr sey, als was mit allen bekannten Wahrheiten zugleich bestehen könte. 2) Ich merkte genau auf die Art zu schlüssen in der Naturlehre, wie z. E. die Erfahrungen zu beurtheilen und zu gebrauchen; wiefern die Hypothesen einzuräumen, und wie sie zu beweisen sind u. s. w. Denn hierdurch dienen oft Versuche, welche in ganz anderer Absicht gemacht worden, zu den leichtesten Beweisen wichtiger Wahrheiten. Und ferner wird man auf diesem Wege eine Menge ungegründeter Meinungen am leichtesten los. Denn wenn die Beweise, auf welche man sich dabey zu gründen gedacht hat, der Form nach nichts taugen; so kan man die Mühe ersparen, zu ihrer Widerlegung erst neue Materialien zu sammlen. 3) In den höhern Wissenschaften sahe ich beständig auf dasjenige zugleich, was die Naturlehre a posteriori lehret,

und

und eben so bey der Beurtheilung der Ursachen, welche man zu natürlichen Begebenheiten suchet, oder angiebt, auf dasjenige, was aus den höhern Wissenschaften schon bekannt war. Die Absicht war nemlich, meine Meinung in dem einen oder dem andern so lange zu verbessern, bis alles mit einander übereinstimmte. 4) Weil ich gewiß überzeugt war, daß die heilige Schrift mit nichts, was aus der Vernunft wirklich erweislich ist, streiten kan; daß sie aber wohl die philosophische Erkenntniß gewaltig befördert, wenn man zu den Vernunftwahrheiten, welche darinnen wiederholet werden, die Beweise suchet, und sich die historischen Nachrichten zu Nutzen machet, welche sie von solchen Dingen giebt, die die Vernunft gar nicht ausmachen konte: so habe ich auf dieselbe meine Aufmerksamkeit beständig zugleich gerichtet. Ich hütete mich bestmöglichst, von keiner Schriftstelle eine gezwungene Erklärung zu machen. Wo sie aber nach einer ungezwungenen Erklärung dennoch mit gewissen philosophischen Sätzen zu streiten schien, oder wirklich stritt; da dachte ich über die letztern von neuem nach, um den Punct zu finden, worauf der Streit ankam. Es ist mir auch zur Zeit noch niemals schwer geworden, das Falsche oder Unerweisliche in dergleichen

philo-

philosophischen Sätzen zu entdecken, und den Ungrund desselben klar zu erweisen, folglich auch hiermit den sämtlichen Inbegriff der bekannten Wahrheiten unter einander zu vereinigen.

Endlich stellte ich mir 5) vor, daß in der Naturlehre dreyerley Untersuchungen vorkommen müssen, und ich halte dieses vor einen Hauptpunct, welcher aber zum Schaden der Wissenschaft von manchen übersehen wird. Nemlich in einigen findet man die Ursachen mit einer völligen Gewißheit, wiewohl es verschiedene Arten dieser Gewißheit giebt, welche ich in der Vernunftlehre erklärt habe. Andere lassen sich an sich selbst nur zu einer Wahrscheinlichkeit bringen; die Sache stehet aber in einem solchen Verhältnisse gegen die Endzwecke des menschlichen Lebens, daß doch dieses gewiß ist, daß man bey den gegenwärtigen Umständen sich daran begnügen lassen, und seine Handlungen darnach einrichten muß. Ueber dieses werden drittens bisweilen Sätze behauptet, welche an sich blosse Muthmassungen oder Möglichkeiten sind, und welche demnach die wahre Beschaffenheit der Sachen noch gar nicht ausmachen. Dieses soll aber auch ihre Absicht nicht seyn. Sie sollen vielmehr nur zur Entkräftung der Beweisgründe gewisser

Gegner

Gegner dienen, wo dieselben etwas als gewiß annehmen, welches mit erweislichen Wahrheiten streitet, und wo sie ihre vermeinten Gründe denselben als Schwierigkeiten entgegen setzen, um welcher willen sie dieselben leugnen, oder doch vor zweifelhaft erklären wollen. Denn hat man nicht schon viel gewonnen, wenn man da, wo auch die Sache dunkel bleibet, sich wenigstens schädlicher Irrthümer entschüttet? Der Beweisgrund eines Gegners verlieret unstreitig seine Kraft, wenn man ihm zeigen kan, daß dasjenige, was er als die einzige Möglichkeit setzet, noch nicht die einzige ist. Die richtigen Sätze aber, welche er anzutasten gedachte, bleiben um ihrer eigenen Beweise willen unverrückt stehen, so bald nur so viel klar ist, daß die vermeinten Gegengründe nichts gegen sie beweisen.

Man wird überhaupt den Hauptzweck der Naturlehre verlieren, wenn nicht denen Irrthümern mit möglichster Vorsichtigkeit entgegen gegangen wird. Man muß daher dieselben bemerken, und so bald man sie entdeckt hat, die Abhandlung so einrichten, daß die Scheingründe derselben entweder durch ausdrückliche Gegengründe widerlegt werden, oder daß wenigstens ihre Beweiskraft widerleget wird, und sie also entkräftet werden. Weil

auch

auch auf den einen Irrthum mehr, als auf den andern ankömmt; so ist die Wichtigkeit der Irrthümer zu unterscheiden. Es muß aber die Wichtigkeit derselben theils aus ihrer Materie oder Inhalte, theils aus ihrer Form und der Art zu schlüssen, welcher man sich dabey bedienet, beurtheilet werden.

Ich meine einige Irrthümer thun vermittelst ihrer Materie Schaden, da man denn zu sehen hat, was vor Wahrheiten durch sie ausgeschlossen werden, und was ferner vor Folgen daraus fliessen. Es hat deswegen mit denselben bald viel, bald weniger zu sagen. Z. E. die Gedanken vor Bewegungen zu halten, ist einer der schlimmsten Irrthümer. Hingegen hat es weniger auf sich, wenn man den Menschen aus drey Theilen zusammen setzet, oder den präformirten Menschen in den Saamenthiergen suchet. Andere Irrthümer aber sind vornemlich deswegen anzumerken, und vor wichtig zu achten, weil sie der Naturlehre durch ihre Form Schaden thun, nemlich durch die Art zu schlüssen, welche dabey gebrauchet und als richtig vorausgesetzt wird. Denn sie geben daher Gelegenheit, daß diejenigen, welche sie hegen, auch in unzehligen andern Fällen falsch schlüssen. Wem es deswegen um die Wahrheit im Ernste zu thun ist, der muß

dergleichen Irrthümer allemahl sehr hoch anrechnen. Wenn man auf die Ursachen ihrer Erzeugung im Gemüthe zurückgehet; so kan man auch aus denselben nicht selten auf einen schlimmern Gemüthszustand schlüssen, als die meisten auf den ersten Anblick glauben. Die Art und Weise aber, wodurch dergleichen Irrthümer ihrer Form wegen Schaden thun, ist doppelt. Es geschiehet entweder dadurch, daß sie falsche Schlußregeln voraussetzen und einführen; oder es bestehet darinnen, daß durch das Beginnen ihrer Vertheidiger, wenn es gelten solte, gewisse richtige Arten zu schlüssen aufgehoben und entkräftet werden würden, welche sich gleichwohl nach den Regeln der Vernunftlehre zum Beweis der Wahrheit, oder zur Vertheidigung derselben und zur Entkräftung leerer Scheingründe schicken.

Die Irrthümer selbst, denen die Naturlehre entgegen zu setzen ist, sind zwar unzehlig; doch hat man wohl auf folgende am meisten aufmerksam zu seyn. Die Zweifelsucht ist theils thöricht, theils stößt sie zugleich alle Verbindlichkeit und Regeln des vernünftigen Lebens über den Haufen. Ich habe mich deswegen sowohl in der Vernunftlehre, als in dem gegenwärtigen Werke, bemühet, die wahren Kennzeichen der Gewißheit und Zuverlässigkeit

sigkeit gegen dieselbe zu behaupten, und insonderheit das Gewichte zu erklären, welches bisweilen denen Beweisgründen von dem Zusammenhange zuwächset, welchen sie mit denen Endzwecken des menschlichen Lebens haben. Ferner die Materialisterey ist allezeit ein Hauptirrthum, sie mag nun eine allgemeine seyn, worinnen eben die Atheisterey bestehet, oder sie mag eine besondere seyn, und nur die Seelen, ja auch nur die unedelsten Seelen, zu Materie machen wollen. Alle Verständige sind weiter darinnen einig, daß die Naturlehre dem Aberglauben steuern soll. Es ist aber demselben allezeit vorträglich, wenn Qualitates occultae vitiosae angenommen werden, obgleich das gegenwärtige Object des Irrthums mit dem Aberglauben an und vor sich nichts zu thun hat. Gleichergestalt thut es ihm Vorschub, wenn man richtige Arten zu schlüssen nicht gelten lassen will, oder wenn man, wie ietzt manche thun, dasjenige verwirft, und vor Früchte der Einbildung erkläret, was doch in der wesentlichen Einrichtung unsers Verstandes, darein Gott die Kennzeichen des Wahren und Falschen gelegt hat, gegründet ist. Denn werden sich denn nicht diejenigen solche Irrthümer sämtlich zu Nutzen machen, welche den allgemeinen Regeln

der Vernunft kein Gehör geben, sondern überall solche geheimnißvolle und unbegreifliche Kräfte annehmen, von denen die Dinge in der Welt abhangen, und wodurch auch die Schicksale des menschlichen Lebens regieret werden sollen, welche sie doch ohne Beweis, und der Vernunft zuwider, erdichten? Oder werden sie etwan weniger Recht darzu haben, als gewisse andere Leute, welche von den Regeln der Vernunft auf ähnliche Art abweichen, um ihre erdichteten metaphysischen Grundsätze den Leuten wider den sensum communem als Wahrheiten aufzudringen, obwohl beyde Partheyen in den zufälligen Gründen ihrer Partheylichkeit unterschieden sind? Endlich ist noch auf mancherley Irrthümer der fälschlich sogenannten Freydenker zu sehen, welche sie durch Scheingründe zu beschönigen pflegen, die aus der Naturlehre hergenommen werden, und welche zum Theil der natürlichen, am gewöhnlichsten aber der Christlichen Religion entgegen gesetzt sind. Was vor abgeschmackte Begriffe machen sich z. E. gewisse Leute von den abgeschiedenen menschlichen Seelen, und von der Macht, die sie alsdenn noch auf Erden haben sollen, welche sie als eine untrügliche Philosophie denen in der heiligen Schrift gegründeten Lehren entgegen setzen.

ten. Wie breit machen sich manche mit ihren Einwürfen wider die guten und bösen Engel und deren Macht und Wirkung, wider die Wasser über den Himmeln, welche die Schöpfungshistorie lehret, wider die Endlichkeit der Welt, wider die Vollkommenheit und Geheimnisse des dritten Himmels, wider die Wunderwerke, wider die Fortpflanzung der Erbsünde u. d. g. Wenn man das Nachsinnen über natürliche Begebenheiten, nicht nach seinem Gutdünken, sondern wirklich mit einer genauen Beobachtung der Regeln der Vernunftlehre angreiffet; so wird es augenscheinlich, daß dergleichen Einwürfe leere Einbildungen sind. Ich hoffe im gegenwärtigen Buche hin und wieder davon hinlängliche Proben gegeben zu haben.

Indem ich nach denen vorhin erwehnten Regeln meine Bemühung, über natürliche Begebenheiten ordentlich und vorsichtig nachzudenken, seit mehrern Jahren fortgesetzt hatte; so glaubte ich auf einige Dinge gekommen zu seyn, welche dienen könten, in der Aufsuchung der Ursachen im Reiche der Natur einige Schritte weiter zu kommen, als ich fand, daß diejenigen gegangen waren, welche mir vorgekommen sind. Ich ward demnach schlüssig, dieselben der gelehrten Welt vor die Au-

gen zu legen, um, dafern ich Recht habe, zur Erkenntniß Gottes aus seinen Werken einen nützlichen Beytrag zu thun, und wo ich geirret haben solte, andern zu fruchtbaren Nachdenken Gelegenheit zu geben.

Diesem Vorhaben schienen zwar mancherley Einwürfe im Wege zu stehen. Allein mich dünkte, daß sich auch dieselben gar wohl beantworten liessen. Man kan wider mich einwenden, daß ich von physikalischen Schriften viel zu wenig gelesen, und in den Instrumentalwissenschaften der Naturlehre viel zu wenig Erkenntniß habe, als daß ich mich an die Auflösung der Ursachen natürlicher Begebenheiten machen dürfe. Man könne dieselbe nur von den stärksten Mathematicis, und welche zugleich über dem Experimentiren und der natürlichen Historie grau geworden, erwarten. Durch dergleichen General-Argumente wider die Person scheinet es zwar vielen, daß sie die Untersuchung eines Buches auf einmal los würden, ohne sich auf die specialen Umstände einzulassen. Allein wer die Wahrheit genauer kennet, der weiß auch, daß nicht viel dahinter steckt. Denn es kommt bey derselben nicht auf die Menge der Zurüstungen, sondern auf die Evidenz der Beweisgründe an. Wer vorsichtig nachdenket, der nimmt es ganz deutlich

wahr,

wahr, wenn die Data zureichend sind, eine gewisse oder zuverläßige Folge zu bestimmen, ohne daß es nöthig ist, zuvor die Meinungen aller Leute zu wissen, oder sich von allen Wissenschaften auch in demjenigen Theile eine Fertigkeit zu erwerben, welcher in die gegenwärtige Frage keinen Einfluß hat. Es ist nur so viel wahr, daß man hüten muß, nichts entscheiden zu wollen, worzu man noch keine gnugsamen Data hat, worauf ich mich stets beflissen habe. Ich räume auch gern ein, daß wer mehr apparatum, als ich, zur Naturlehre besitzet, in der Auflösung der specialen Umstände viel weiter kommen kan. Es folget aber nicht daraus, daß ich deswegen in den allgemeinern Untersuchungen auf unzureichende Data gebauet haben müsse. Wenn man aus wahren Sätzen nach richtigen Regeln schlüsset; so findet man Wahrheit.

Es kan mir ferner eingewendet werden, daß ich vielleicht nur sage, was andere auch schon haben, welche mir nur nicht bekannt gewesen. Allein was ist es mehr, wenn sichs auch so verhielte. Ich mißbillige es gar nicht, wenn Gelehrte, welche Zeit und Lust darzu haben, sich genau darum bekümmern, wer unter denen heut zu Tage noch vorhandenen oder bekannten Schriftstellern dieses oder jenes be-

 hauptet,

hauptet, und wer es unter ihnen zuerst gesagt hat. Ich kan aber nicht leugnen, daß ich meines Orts die Einziehung solcher Nachrichten niemals anders, als ein Nebenwerk, getrieben habe, welches mir hoffentlich auch niemand verargen wird, welcher bedenkt, daß die Einschränkung der menschlichen Zeit keine Zerstreuung in allzuviele Dinge zugleich verstattet. Wenigstens aber solte ich kaum glauben, daß die wichtigsten Sachen, welche ich hier vortrage, in unsern Zeiten auf eben die Art schon allzuoft da gewesen wären. Man ist vielmal zu freygebig, einem Schriftsteller, gegen den man einmal Hochachtung hat, zuzugestehen, daß er dasjenige, was andere nach ihm mit deutlicher Erklärung und Beweis vortragen, schon ausgeführt habe, wenn man nur einige Worte bey ihm antrifft, welche man dahin deuten kan, oder wenn man nur bey ihm findet, daß er die Sache in einer unaufgelöseten Idee, und gleichsam von ferne erblicket hat. Ich habe bey Durchlesung der Schriften, welche mir vorgekommen, gar oft Gelehrte gefunden, welche dasjenige zum Theil setzten, worauf ich durch eigenes Nachdenken schon zuvor gekommen war. Allein gemeiniglich waren sie nur zum Theil mit mir einig, und in andern meiner Meinung nach erweislichen Stücken giengen

gen

gen sie wieder ab. Manchmal sagten sie etwas nur, aber ohne Beweis, oder nahmen es um untüchtiger Beweise willen an, oder sie brauchten dabey zwar solche Beweise, welche an sich selbst die Sache darthaten, aber der Einsicht in die Verknüpfung derselben mit andern Wahrheiten nicht vortheilhaft genug waren. Ja sie leugneten wohl gar gewisse Hauptwahrheiten, mit denen man sich eben die gegenwärtige Sache in Verknüpfung vorzustellen am meisten Ursache hatte. Oder wenn auch alles seine Richtigkeit hatte; so war es doch nur ein Stück, was ich hie oder da antraff, und ich wünschte ein systematisches Ganzes. Es giebt in der Naturlehre gar viel erweisliche Ursachen natürlicher Begebenheiten, welche einzeln betrachtet höchst paradox scheinen, und denen gleichwohl ein Wahrheit liebendes Gemüthe den Beyfall nicht versagen kan, wenn ihm dieselben in ihrem Zusammenhange mit andern vorgestellet werden. Aus diesem Grunde halte ich es hauptsächlich vor nöthig, auf eine systematische Anleitung über natürliche Begebenheiten ordentlich und vorsichtig nachzudenken, bedacht zu seyn, davon ich in gegenwärtigem Buche einen Versuch vorlege.

Zu einem weit wichtigern Einwurfe konten die Exempel so vieler Gelehrten dienen, welche darinnen gefehlet haben, wenn sie die Ursachen natürlicher Begebenheiten zu bestimmen bemühet gewesen sind. Die Hypothesen, welche sie angenommen, sind süsse Träume gewesen, welche nachgehends die genauern Versuche anderer widerlegt haben. Ja es sind hierüber die Hypothesen selbst bey vielen grossen Männern aufs äusserste verhaßt und verächtlich geworden. Hierauf ist mir aber gar vieles zu antworten übrig. Alle Hypothesen sind nicht zu entrathen, und diejenigen selbst, welche am meisten darwider eifern, vermeiden sie doch nicht ganz; ob sie wohl bisweilen demjenigen, was sie wirklich als eine Hypothese annehmen, einen andern Namen geben, um nicht sich selbst zu widersprechen. Ich habe mich aber in Ansehung der Hypothesen alles dasjenige zu vermeiden bemühet, was billige Richter daran aussetzen, auch selbst die allgemeinen Regeln ihrer Beurtheilung erkläret und bewiesen. Sie müssen real seyn, und mit allen Umständen übereinstimmen, oder ausserdem sollen sie auch noch nicht zur Entscheidung der Frage dienen, sondern nur etwan einen nähern Weg zur Untersuchung bahnen, oder ungegründete Meinungen anderer ent-

entkräften und klar machen, daß sie das noch gar nicht demonstriret haben, was sie zu demonstriren vermeinen. Die Fehler anderer müssen uns hiernächst von einem löblichen Vorhaben nicht gar abschrecken, sondern nur vorsichtiger machen: und wenn man auf die Gründe Achtung giebt, warum sie gefehlet haben; so kan man ähnliche Fehler leichter vermeiden. Wenn ich aber auch in manchen Stücken geirret habe, welches ich von den Hauptsachen nicht leicht vermuthe, was folgt nun daraus? Sind insonderheit die Fehler daher entsprungen, weil ich vieles hypothetisch auflöse, und mich auf Versuche beruffe, die ich selbst anzustellen nicht Gelegenheit gehabt, darinnen also manches unrichtig angegeben, oder von mir vielleicht nicht völlig verstanden worden; so werden diese Fehler von Kennern ganz leichte verbessert werden können. Da auch solche Irrthümer ordentlicher Weise nicht meine Grundsätze, sondern nur die Anwendung derselben auf gewisse Fälle, betreffen werden; so folget daraus noch gar nicht, daß die Grundsätze falsch sind, wenn man sie irgendwo auf Exempel applicirt läse, welche unter solchen Umständen niemals da gewesen sind, welche doch aber mit der Hauptsache nicht nothwendig zusammenhangen. Es gehet viel Uebereilung

lung dabey vor, wenn man schlechthin das Recht zu haben glaubt, sich darüber lustig zu machen, wenn iemand vernünftige Gründe zu einer nicht unglaublichen Begebenheit zu finden suchet, wodurch sie begreifflich seyn würde, wenn sie geschehen wäre, gesetzt auch, daß sie nicht also geschehen ist. Denn wo man nur hypothetisch auflöset; so geschiehet solches gar oft mit vielem Nutzen. Wie oft nimmt man nicht vorsetzlich einen erdichteten Fall an, um hypothetisch zu urtheilen, was bey Setzung dieser Umstände erfolgen müßte. Jederman weiß, daß man dergleichen Untersuchung wohl nutzen kan, wenn man hernach da, wo mehrere Ursachen zusammen wirken, unterscheiden soll, wie viel eigentlich einer iedweden zuzuschreiben ist. So kan man auch in einer physikalischen Auflösung, darinnen unwissentlich einige falsche Data als wahr angenommen worden, gemeiniglich ganz leichte finden, um wie viel man sich die angegebenen Ursachen deswegen anders vorzustellen hat, weil diese oder jene Umstände anders sind, als sie angenommen worden, ohne daß deswegen die angenommenen Ursachen überhaupt unbrauchbar werden. Doch hoffe ich, daß mich dieser ganze Vorwurf so leichte nicht treffen soll, indem ich theils nur auf die Nachrichten glaub=

glaubwürdiger und berühmter Männer gebauet, theils in zweifelhaften Sachen mehrere mit einander verglichen habe.

Manchen würde auch schon dieses ein wichtiger Einwurf seyn, daß dergleichen Untersuchungen, wie ich hier anstelle, vielen Leuten gar nicht angenehm sind. Dieser Zweifel rühret mich aber nicht sehr. Ich weiß es wohl, daß blosse Experimente und natürliche Historie mehr Liebhaber finden, weil sie leichter und der Gemächlichkeit der meisten Menschen gemässer sind, als ein gründliches Nachdenken. Die mathematischen Untersuchungen finden unter denen, welche sie verstehen, auch leichter Liebhaber, als eine tief herausgesuchte Theorie der wirkenden Ursachen. Es scheinet, daß ein Hauptgrund hiervon darinnen liegt, daß die mathematischen Wahrheiten unserm Gemüths-Zustande gleichgültig sind, dahingegen das fortgesetzte Nachsinnen über wirkende Ursachen in die höhern Wissenschaften und auf solche Sätze führet, in Ansehung deren gar viele Leute sehr partheyisch oder auch unüberwindlich hartnäckig sind. Allein wer Wahrheit und Tugend liebt, der siehet mehr auf das, was zur Beförderung derselben dienet, als daß er den Beyfall solcher Leute zur Richtschnur machen solte, welche gegen die wichtigsten

Wahr-

Wahrheiten kaltsinnig sind. Wer sich um die Wahrheit nicht bekümmern will, der thue es auf seine Gefahr. Unterdessen behalten doch andere, so weit sie dieselbe einzusehen glauben, die Verbindlichkeit, die Erkenntniß derselben zu befördern, und zu deren Erweiterung beyzutragen, was sie beytragen zu können vermeinen. Wer bey Aufsuchung der Ursachen natürlicher Begebenheiten sich von andern, welche zur Prüfung derselben entweder nicht Zeit und Geduld, oder nicht Geschicklichkeit haben, welche aber doch ihre wahren Bewegungsgründe nicht gestehen, bloß deswegen verachten lassen muß, weil sie die Exempel so vieler Fehler, welche bey dergleichen Bemühung schon begangen worden, vorschützen, und daraus ein General-Argument machen, um welches willen sie ihn unverhörter Sache verwerfen, der muß sich erinnern, daß es allemahl so gehet, daß man einen Theil der unangenehmen Folgen von der Aufführung der Leute mit tragen muß, in deren Gesellschaft man sich befindet. Da auch niemand von Fehlern frey ist; so lässet sich ein Verständiger dieses Schicksal gern gefallen. Der Irrthum wird immer seine Anhänger haben, und die Wahrheit wird ihre Verächter behalten, sie wird aber auch zu allen Zeiten ihre Liebhaber finden.

Das

Vorrede.

Das gegenwärtige Buch erscheinet gewisser massen in einer ganz andern Gestalt, als es nach dem ersten Entwurfe haben solte. Mein anfänglicher Vorsatz war, neue Abhandlungen über einzelne und auserlesene Materien aus der Naturlehre zu liefern. Auf Verlangen und zum Nutzen meiner Herren Zuhörer wurde die Einrichtung so weit verändert, daß ich dasselbe zugleich in meinen Vorlesungen zum Grunde legen kan. Andern, welche sich die Mühe geben wollen, meine Arbeit zu lesen, wird daran wenig verschlagen. Sie werden finden, daß ich von Sachen, welche bekannt genug sind, nur so viel gesagt habe, als in den gewöhnlichen Lehrstunden zum Leitfaden dienen kan, und daß hingegen die Materien, welche mein eigentliches Hauptwerk ausmachen, desto ausführlicher vorgestellet sind.

Was Anfängern zu wissen nöthig ist, und gleichwohl hier auszuführen zu weitläuftig war, pflege ich in meinen Vorlesungen theils mündlich, theils durch Anweisung brauchbarer und leicht anzuschaffender Bücher zu ersetzen. Bey meinen übrigen Lesern setze ich voraus, daß sie die Anfangsgründe der Mathematik und die gewöhnlichen physikalischen Experimente schon wissen sollen. Denn meine Absicht ist hier nur, zum ordentlichen und vorsich-

tigen

tigen Nachdenken über natürliche Begebenheiten einen Versuch einer nähern Anleitung zu geben. Man wird hieraus auch leicht einsehen, daß mein Vorhaben von dem Zwecke der meisten physikalischen Lehrbücher unterschieden ist, und daß man sich über die Menge von Büchern dieser Art eben noch nicht zu beschweren hat. Ich bedinge mir ferner, daß der Leser zur Untersuchung der Wahrheit einen ernstlichen Vorsatz, und nicht nur etwan die Curiosität mitbringen soll, von sonderbaren Begebenheiten die Ursachen wissen zu wollen, ohne iedoch, wenn sie schwer sind, die Auflösung derselben abzuwarten. Man weiß, daß es dergleichen Leute in Menge giebt. Allein wenn sie nicht zum Nachsinnen sowohl Fähigkeit als Geduld haben; so ist ihnen niemand im Stande genug zu thun. Denn wir müssen uns nach der Natur der Sachen richten, und sie richtet sich nicht nach unserer Gemächlichkeit. In mathematischen Wahrheiten räumet man es gemeiniglich eher ein, daß man die Auflösung einer schweren Frage in allzuwenigen und leichten Sätzen nicht verlangen darf. Aber in philosophischen Materien pflegen diejenigen ohne Ueberlegung zu sudeln, welche lieber mit einer lebhaften Einbildungskraft herumschweifen, als mühsamen Fleiß anwenden, und sich

an

an die Regeln der Vernunftlehre binden wollen. Sie thun nicht anders, als ob die Philosophie deswegen eine wächserne Nase wäre, welche sich in alle Gestalten drehen läßt, weil diejenigen, welche zu philosophiren das Ansehen haben wollen, so viel wunderliche Meinungen aufbringen, und auch wohl Beyfall damit finden. Und da es nicht viel Kopfbrechens erfodert, von einer Sache etwas obenhin herzuschwatzen; so bilden sie sich ein, daß auch die regelmäßige Untersuchung der Wahrheit überall leichte seyn müßte, oder daß sie wenigstens, was ihnen nicht leichte vorkommt, zu verwerfen befugt wären.

Ich muß auch nochmahls erinnern, was ich schon oben gedacht habe, daß man hierbey die Wahrheiten in ihrer Verbindung betrachten muß. Manche Sätze kommen uns, einzeln genommen, seltsam vor, so lange man nemlich nicht weiß, wie sie bewiesen werden, oder wie die Nothwendigkeit dieses oder jenes anzunehmen, mit andern Capiteln und Wissenschaften zusammenhängt. Ich habe deswegen, um die systematische Vorstellung zu erleichtern, nach Nothdurft theils auf andere §§, theils auf die von mir herausgegebenen philosophischen Schriften verwiesen, welches letztere ich mir demnach nicht ungeneigt auszulegen bitte.

Wo aber übrigens einige Irrthümer einge- schlichen seyn möchten, da verlange ich von meinen Lesern, so billig zu seyn, und zuzuse- hen, wie weit der Irrthum mit der Hauptsa- che zusammenhänget, und ob er sich nicht der- selben unbeschadet, indem er zufällige Umstän- de betrifft, durch eine kleine Veränderung ver- bessern läßt, welches, wie ich vermuthe, wohl überall angehen wird.

Um von der Einrichtung meines Werkes ei- ne vorläufige Nachricht zu geben, dergleichen man in einer Vorrede zu erwarten pfleget, muß ich noch folgendes hinzusetzen. Ich ha- be die Naturlehre in einen allgemeinen und be- sondern Theil eingetheilet. In dem letztern konten, wenn diese Anleitung in einer nützli- chen akademischen Encyclopädie zum Grunde dienen solte, die sogenannten drey Reiche der Natur, nemlich das Reich der Thiere, der Pflanzen und der Mineralien, nicht ganz un- berühret bleiben. Das erstere, und zwar in- sonderheit die Betrachtung des Menschen, ge- het uns darunter am nächsten an, und es sind dabey die meisten Untersuchungen anzustellen, welche zu dem allgemeinen Zwecke aller gründ- lichen Gelehrten gehören; daher ich mich da- bey am meisten aufgehalten habe. Was die Lehre von den Pflanzen und Mineralien an- langet,

langet, so gehöret der historische Theil dersel-
ben hieher nicht. Die specialen Untersuchun-
gen davon machen ganze Wissenschaften aus.
Das allgemeine davon aber habe ich beyzu-
bringen gesucht.

In dem ersten Theile sind zuvörderst die
Grundsätze physikalischer Untersuchungen er-
wiesen, und die physikalische Wahrscheinlich-
keit erkläret worden, welche letztere ich in der
Vernunftlehre schuldig geblieben. Sie schi-
cket sich auch hieher wirklich besser, ob es wohl
zum rechten Verstande und der Anwendung
derselben unentbehrlich ist, die allgemeine Theo-
rie des Wahrscheinlichen aus der Vernunft-
lehre darzu zu nehmen. Zur Auflösung der
natürlichen Begebenheiten habe ich überall
physikalisch-mechanische Ursachen gesuchet, und
bey Gelegenheit die Unterschiede der mathema-
tischen und philosophischen Abstractionen sorg-
fältig bemerket. Denn durch die Verwechse-
lung dieser beyden entstehet ungemein viele
Verwirrung. Man bringet die bloß einge-
bildeten Begriffe aus der Mathematik in die
Philosophie hinüber, und setzet sie als wirkli-
che Dinge. Man verwirret die mathemati-
schen Kräfte, welche blosse General-Begriffe
sind, mit den Grundkräften der wirkenden Ur-
sachen, welche man in der Philosophie zu be-

trachten hat. Man bringet an stat wirkliche Ursachen zu erklären, blosse weit getriebene Rechnungen vor, welche sich auf angenommene Hypothesen gründen. Indem man hierbey der Natur der wirkenden Ursachen nicht eingedenk ist, so dehnet man die Folgerungen gar oft weiter aus, als es ihr wahrer Beweisgrund leidet. Man verwechselt bloß mögliche Ursachen mit den wirklichen, und meinet, wenn man nur das Daseyn einer solchen Ursache, dergleichen man bey der Rechnung zum Grunde geleget, einmahl vor alle mahl erwiesen hat, so könne man auch dieselbe den natürlichen Begebenheiten überall ohne Bedenken zuschreiben. Es ist aber in der Vernunftlehre gezeiget worden, daß zur Untersuchung wirklicher Ursachen viel mehreres gehöret. Man gehet endlich auch so weit, daß man keine andere Art von Beweisen als richtig und hinlänglich einräumen will, ohne nur diejenige, welche der Mathematik wegen der besondern Beschaffenheit ihres Objectes zukommt, und ausser dem affectiret man eine übertriebene Zweifelsucht. Die Exempel solcher Fehler liegen vor Augen. Es sey aber ferne, daß ich die Schuld derselben der Mathematik an sich selbst beymessen, oder auch daß ich dieselbe allen Mathematicis zuschreiben solte.

Die Streitfragen von dem leeren Raume habe ich mich bemühet genauer, als gewöhnlich, auszuwickeln. In der Lehre von den Elementen habe ich sowohl in dem ersten als andern Theile hoffentlich alle nöthige Vorsichtigkeit gebrauchet. Ich schreibe den Elementen Figur und thätige Kräfte zu. Es ist aber auch der Grund ihrer Einfachheit, ungeachtet sie Figur haben, verständlich erkläret worden. Ihre thätigen Bewegungskräfte sind nach der Vorschrift der höchsten Grundsätze bestimmet, welche von der Untersuchung der Grundkräfte und Grundthätigkeiten in der Metaphysik erwiesen worden. Wer den Unterschied zwischen einer gewissen und vollständigen Erkenntniß einsiehet, wird nicht Ursache haben, damit misvergnügt zu seyn. Hingegen irret derjenige offenbar, welcher die Nothwendigkeit und Beschaffenheit der thätigen Kräfte der Elemente aus dem Wesen einer materialen Substanz überhaupt hergeleitet wissen will. Denn wie will man doch immermehr die Nothwendigkeit einer Sache demonstriren können, von welcher sich erweisen lässet, daß sie zufällig ist, und von den Absichten und der Macht des Schöpfers abhanget? Will man denn diesen zu einer Null machen, und ihm das Vermögen absprechen, einem endlichen Subjecte

Kräfte beyzulegen, welche seinen Absichten gemäß sind, welche ihnen demnach zufällig sind, aber uns a posteriori aus ihren Wirkungen bekannt werden? Dieses wäre theils unbedachtsam, theils zeigte es eine schlechte Verehrung Gottes an. Die Scheingründe, welche hier einige von dem vorgeblichen nothwendigen Wesen aller Dinge hernehmen, und dargegen setzen, sind schon in der Metaphysik beantwortet.

Will aber auch iemand meine Begriffe von den Elementen nicht einräumen; so wird ihm gegenwärtiges Werk doch nicht nothwendig unbrauchbar seyn. Er kan die darauf gebaueten Auflösungen gelten lassen, und, wo ich Elemente setze, sich noch Körper vorstellen, in denen aber eben die Kraft lieget, welche ich den Elementen zuschreibe. Er kan ferner wenigstens hypothetisch einsehen daß die Sätze, welche ich in den höhern philosophischen Wissenschaften vertheidigt habe, zu einer physikalisch-mechanischen Erklärung natürlicher Begebenheiten wirklich brauchbar sind. Die Nachfolger des Herrn von Leibnitz hingegen gestehen es von ihrer Metaphysik selbst zu, daß sie in der Naturlehre nicht zu gebrauchen ist. Sie streiten aber auch durch dieselbe wider die allgemeine menschliche Vernunft, und zehlen das,

was in dem Wesen des Verstandes gegründet ist, ohne Grund den betrüglichen Wirkungen der Einbildung bey. Dergleichen geschiehet z. E. wenn sie die Figur, Bewegung und Berührung, ohne welche sich doch keine endliche Substanz denken läßt, den Elementen absprechen, und meinen, daß sie ihnen eben so ungeschickt beygelegt würden, als wenn man den Tönen die Farbe und den Figuren den Geruch zuschreiben wolte. Es kan ihnen endlich auch gegenwärtiges Werk zur Erläuterung dienen, daß durch die Begriffe, welche ich von endlichen Geistern vertheidige, gleichwohl nichts weniger als Materialisterey eingeführt wird.

Unter den Gesetzen der Bewegung sind die wichtigsten ausgesuchet, und es ist dabey auf zweyerley Absicht gesehen worden. Einmahl solten sie zu einem hinlänglichen Grunde der allgemeinen Naturlehre dienen können, daraus man z. E. auch von der Brechung, Reflexion und Inflexion des Lichtes mechanisch Rechenschaft geben könte. Ferner suchte ich nicht sowohl geometrische, als philosophische, Beweise derselben, ich meine solche, welche die Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit der wirkenden Ursachen richteten, damit man nicht bey blossen Erfahrungen stehen bliebe, und indem man die Rechnung darauf bauet, ohne an

die Beschaffenheit der Ursachen zu denken, bisweilen in Gefahr käme, die Folgerungen weiter anzunehmen, als es der Grund derselben zulässet.

Bey den allgemeinesten Eigenschaften der Körper ist zuvorderst die anziehende Kraft, wiefern sie eine physikalische seyn soll, ausführlich widerlegt, und hingegen der Aether bewiesen worden. Hierauf folgen fünf Haupteigenschaften, welche als so viel Abschnitte in der Lehre von den allgemeinsten Eigenschaften der Körper angesehen werden können. Es sind dieselben das Eindringen des einen Körpers in den andern; ferner das Zusammenhängen, und was dahin gehört, als da ist das Vonsichstossen, die Ductilität, Flüßigkeit, Weichheit und Härte, und das Reiben; drittens die Elasticität; sodann die Schwere, sowohl der ganzen Weltkörper, als der kleinern, welche zu einem Weltkörper als Theile gehören; und endlich die Electricität. Es ist dabey allenthalben auf mechanische Erklärungen gesehen worden, wobey nebst der Figur der Theilgen der Druck des Aethers und der Stand der allgemeinen Zusammenpressung, darinnen sich die Materien in der Welt befinden, insonderheit viel zu sagen hat. Ich habe auch diese Ursachen nicht nur hingesetzt und über=

überhaupt bewiesen, sondern hiernächst zu der Erklärung der wichtigsten Phaenomenorum angewendet. Wo ich Hypothesen angenommen, da sind sie theils als real bewiesen, theils die schwersten Umstände mit Bedacht ausgesucht worden, um durch deren Erklärung jene zu rechtfertigen. Die mechanische und physikalische Elasticität ist iede besonders untersuchet worden. Die Schwere der Weltkörper habe ich aus dem Drucke des Aethers hergeleitet, und um diese Erklärung zu rechtfertigen, von der Bewegung der Weltkörper überhaupt Rechenschaft gegeben, und dieselbe aus dem Drucke des Aethers und ihrer eigenen Figur mechanisch erkläret. Es sind dabey alle Hauptumstände ihrer Bewegung, die physikalischen Gründe der vis centrifugae, die elliptische Bahn derselben, und die Ursachen, warum sich die Schwere wie die Qvadrate der Entfernungen umgekehrt, verhält, u. s. w. durchgegangen worden. Bey der Electricität sind unter andern Ursachen besondere Atmosphären der Körper erwiesen und zu Hülfe genommen, auch ihre Entstehung und Art zu wirken gezeiget worden.

In dem andern Theile mußten zuerst die bekannten vier Hauptmaterien, Feuer, Luft, Wasser und Erde erkläret werden. Was das Feuer anlangt, so habe ich die Materie des Lich-

tes, worauf auch das Sonnenfeuer beruhet, und die eigentliche Materie der Wärme oder des gemeinen Feuers unterschieden. Ich habe dabey Fleiß angewandt, die Theorie vom Lichte so zu machen, daß sich die sämtlichen Erfahrungen, welche in Newtons Optik angegeben werden, verständlich erklären liessen, ohne daß man die anziehende Kraft, als eine physikalische anzunehmen nöthig hätte. Die Theorie vom Feuer habe ich so eingerichtet, daß sie den Boerhavischen Experimenten genug thäte. Die Untersuchung der Kälte habe ich damit sogleich verbunden und dabey sonderlich die Versuche in der Muschenbroekischen Ausgabe der Florentinischen Versuche vor Augen gehabt. Das Zweydeutige in der Frage von der Materie der Kälte ist deutlich unterschieden, und die Theorie auf die wichtigsten Umstände vielleicht specialer, als es manchen Lesern angenehm seyn wird, appliciret worden. Allein ohne einen Versuch von einer solchen Bestätigung derselben zu thun, welchen ich Kennern, welche der Sache mehr als ich kundig sind, hiermit zur Prüfung und Verbesserung übergebe, würde die Theorie allzu zweifelhaft geblieben seyn. Es ist besser, daß hier diejenigen, welche sich so special nicht einlassen wollen, etliche Blätter überschlagen, als daß andern, welche physikalische Beweise genauer kennen und

prüfen,

prüfen, die Gelegenheit entzogen werde, bey ihren Versuchen schärfer Achtung geben zu können, ob in diesem so wichtigen, aber höchst schweren, Stücke der Naturlehre die Theorie in der Erfahrung eintrifft, oder nicht, und worinnen sie im letztern Falle eigentlich einer Verbesserung bedarf. Wegen Menge der Sachen und der Versuche habe ich in diesen sämtlichen Abhandlungen Mühe gehabt, eine solche Wahl zu treffen, wie sie meiner Meinung nach zu einer solchen Anleitung, über natürliche Begebenheiten nachzudenken, hinlänglich seyn kan, welche bey specialern Untersuchungen zum Grunde dienen soll. Diejenigen, welche die Bücher selbst gelesen haben, werden finden, daß ich nicht die leichtesten, sondern vielmehr die schwersten Exempel und Fälle ausgelesen habe, um die Anwendung der Theorie an denselben zu zeigen, iedoch mit der Einschränkung, daß ich zugleich darauf sehen mußte, etwas auszulesen, das sich ohne allzu grosse Weitläuftigkeit vorstellen ließ.

Bey der Abhandlung von der Luft ist darauf gesehen worden, daß die erdichteten Verwandelungen der Luft in andere Materien und anderer in sie widerleget, ferner daß die Bedingungen, wie sich ihre Elasticität äussert, oder nicht, und die Wahrheit ihrer elementarischen Natur in Licht gesetzet würden. Die Lehre

Lehre vom Schalle und Winde ließ sich am füglichsten gleich damit verbinden.

Bey dem Wasser sind Hauptpuncte, daß dessen Theile kleiner als die Luft, daß sie elementarisch sind, daß das Wasser elastisch ist, und warum es mit geschmolzenen Metallen so starke Explosionen machet. In der Erklärung des Ursprungs der Qvellen und Flüsse bin ich Herr D. Kühnen gefolget. Die Ebbe und Fluth habe ich nebst ihren wichtigsten Umständen aus mechanischen Ursachen hergeleitet. Ob ich gleich den Druck des Mondes auf die Erdatmosphäre dabey mit andern gemein habe; so glaube ich doch in der Auflösung der Art und Weise und der Hauptumstände einen beqvemern Weg gegangen zu seyn, als ich bey andern gefunden habe.

Weil, was die Erde betrifft, von der elementarischen Erde nicht viel zu sagen ist; so habe ich, nachdem von derselben gehandelt worden, sogleich die Betrachtung der Erde, wiefern sie ein Weltkörper ist, damit verbunden. Es ist dabey erwiesen worden, daß die Figur der Erde eine irreguläre und unerklärliche ist. Dergleichen Figur aber ist an einem Weltkörper eine Vollkommenheit, weil in derselben eben ein unentbehrlicher Grund zu seiner Bewegung liegen muß, dahingegen alle bekannte reguläre Figuren vor ei-

nen

nen Weltkörper viel zu schlecht seyn würden.

Hierauf solten die auf und in der Erde befindlichen Körper, die Atmosphäre und der Himmel noch betrachtet werden. Es schien mir am beqvemsten zu seyn, die Thiere und Pflanzen bis auf die letzt zu versparen. Daher wird zuerst von der Fermentation und Effervescenz, als einer sehr merkwürdigen Eigenschaft, unzehliger auf und in der Erde befindlicher Körper gehandelt, dabey folglich die Salze und deren Gegeneinanderwirkung vorkommen. Hierauf folget von dem mineralischen Reiche, nemlich von Metallen und Steinen, so viel, als meinem Endzwecke gemäß war. Von den Magneten ist hierbey ausführlich gehandelt worden, dabey ich die Versuche und Nachrichten aus Muschenbroeks Abhandlung von den Magneten zum Grunde gelegt, und die Theorie darauf gebauet habe. Ich habe darauf gedacht, eine beqvemere und leichtere Vorstellung von der magnetischen Materie und ihrer Art zu wirken zu finden. Ob aber gleich der Abriß derselben von seiner Vollkommenheit vielleicht noch sehr weit entfernt ist; so begnüge ich mich doch iezt daran, wenn man nur daraus siehet, daß man keinen hinlänglichen Grund hat, die mechanische Auflösung der magnetischen Erscheinungen vor unmöglich zu halten, gesetzt auch, daß sie zur Zeit

noch

noch nicht völlig oder nicht gewiß genug geleistet werden kan. Da ein solcher Versuch einer Auflösung nichts ungereimtes in sich hat, und zur Erläuterung dienet, daß sich vielleicht auch noch andere und bessere Hypothesen finden lassen; so dienet er indessen zum Beweise, daß der Hr. von Müschenbroek zu weit gehet, wenn er die magnetische Materie vor eine offenbare Erdichtung hält. Er thut solches aus einem übertriebenen Eifer gegen die Hypothesen, und aus Partheylichkeit vor die anziehende und von sich stossende Kraft, welche er der Materie zueignet. Dabey ermahnet er, nur fleißig Erfahrungen einzuziehen, und nach den Ursachen noch nicht zu fragen, sondern die Untersuchung derselben den Enkeln und Urenkeln zu überlassen. Da nun die anziehende Kraft nicht nur selbst eben sowohl eine Hypothese, sondern hiernächst unmöglich und der Naturlehre deswegen gefährlich ist, weil sie eine qualitas occulta vitiosa ist, dergleichen die Materialisterey und der Aberglaube mit gleichem Rechte noch mehrere erdichten könte; so ist es schon ein nützlicher Zweck, auch mit Annehmung einer Hypothese die Möglichkeit mechanischer Ursachen in solchen Fällen zu beweisen, wo man uns erdichtete Ursachen, welche mit den Grundregeln physikalischer Untersuchungen streiten, als unentbehrlich aufdringen will. Ich werde demnach in der Art und Weise, wie aus der Se-

tzung einer magnetischen Materie die magnetischen Umstände zu erklären sind, gar nicht hartnäckig seyn, sondern es mit Vergnügen sehen, wenn iemand einen beqvemern Weg finden kan. Das aber halte ich vor gewiß und unumstößlich, daß es mit den magnetischen Wirkungen mechanisch zugehet, und sie von einer magnetischen Materie herzuleiten sind, die Art und Weise sey auch, welche sie wolle.

Hierauf folget die Betrachtung der Atmosphäre und was darinnen befindlich ist. Ich habe gezeiget, daß die Gründe nichts beweisen, um welcher willen einige derselben nur eine ganz geringe Höhe zuschreiben, und daß dieselbe wenigstens bis an den Mond zu setzen ist, wenn man nicht die physikalisch. Ursachen zur Bewegung des Mondes aufheben will. Nach diesem wird von den Dünsten und Meteoren, von den Weltkörpern, und endlich vom Weltgebäude gehandelt.

Nun war noch von den Thieren und Pflanzen zu handeln übrig. Die Abhandlung von den Pflanzen schickte sich am füglichsten zulezt, weil man darinnen sehr vieles nach einer Analogie mit den Thieren mit gehöriger Vorsichtigkeit erklären kan. Eben deswegen hat auch nach vorgetragener Lehre von den Thieren das letzte Capitel, welches von der Ernährung und Erzeugung der Pflanzen handelt, (denn mehreres gehörte nicht zu meinem Zwecke) nicht weitläuftig

zu

zu seyn gebrauchet. Von den Thieren aber sind die fünf Hauptumstände an denselben, nemlich die Empfindung, Bewegung, Ernährung, Leben und Tod, und die Fortzeugung in dreyen Capiteln abgehandelt. Ich habe mich dabey auf eine gründliche Untersuchung desjenigen beflissen, was vor alle Menschen zu wissen das nützlichste ist, und mit den Grundwahrheiten der höhern Wissenschaften die genaueste Verbindung hat, dergestalt, daß dadurch die Irrthümer bey Beurtheilung natürlicher Begebenheiten bestritten werden können, welche den Grundwahrheiten der Philosophie entgegen gesetzt sind. Dergleichen Untersuchungen sind z. E. die genauere Bestimmung der Vereinigung zwischen Leib und Seele, und wiefern davon sowohl die äusserliche als innerliche Empfindung, ja überhaupt der Gebrauch und die Stärke des Verstandes abhanget, ingleichen wie daraus die willkührlichen und unwillkührlichen Bewegungen, Leben und Tod zu erklären sind. Von dem letztern ist behauptet, daß er den Menschen ein widernatürlicher Zustand ist. Der Ursprung aller Menschen, Thiere und Planzen in individuo ist von Gott abgeleitet. Der zufällige Zustand der Individuorum aber sowohl in der Bildung des Leibes, als in der Beschaffenheit der Seele, ist aus der Vereinigung zwischen Leib und Seele und aus den Bedingungen der Zeugung erkläret.

Nun kan ich zwar wohl voraus sehen, daß meine Begriffe von der Seele, von ihrer Wirkung in dem Leibe und der Vereinigung mit demselben u. s. w. vielen nicht anstehen werden. Allein erstlich können sie doch hypothetisch daraus sehen, daß man von den Umständen, welche die Erfahrung von der Seele lehret, eine genauere Rechenschaft geben kan, als gemeiniglich gegeben wird, ohne daß man deswegen ein Materialist ist, aber auch ohne daß man ein Leibnitzianer zu seyn brauchet. Was aber die Wahrheit meiner Beweise selbst anlanget, so bitte ich die Herren Gegner, nur unpartheyisch zu untersuchen, warum sie einer widrigen Meinung zugethan sind, und ob sie das, was sie als bekannt voraus setzen, auch wirklich beweisen, und meine Meinung aus Realsätzen, und nicht bloß aus ihren beliebig angenommenen Definitionen, widerlegen können. Wenn mir erwiesen werden kan, daß ich unrecht habe; so will ich eine bessere Belehrung gerne annehmen. Ich bin völlig des Sinnes, daß es um einen falschen Satz niemals Schade ist, und wenn er auch zu Auflösung schwerer Umstände noch so beqvem schiene. Allein mich dünkt, daß in diesen Materien die Evidenz so groß ist, daß ich nicht weiter als allenfalls in zufälligen Nebendingen geirret zu haben, befürchten darf. Ich hoffe, daß mir auch diejenigen Recht geben werden, welche bisher anderer Meinung gewesen sind, wenn sie

nur genau überlegen wollen, was sie aus Gewohnheit, oder um wirklich erweislicher Gründe willen annehmen, und wenn sie nur die Billigkeit haben wollen, ehe sie meine Gedanken verwerfen, erst die Abhandlung ganz durchzulesen. Denn ich werde wenig erhebliche Einwürfe unbeantwortet gelassen haben. Wenigstens bin ich darauf sehr aufmerksam gewesen. Hingegen kan ich davor nicht, wenn vielleicht iemand meine Erklärungen deswegen zum voraus verwirft, weil sie mit seiner Metaphysik nicht übereinstimmen, und weil er sich einbildet, daß man Raum, Bewegung u.s.w. den Geistern nicht zuschreiben dürfe, und solche Begriffe bloß vor Erscheinungen an den Körpern zu halten habe. Ich wolte gern einräumen, daß die Grundsätze einer solchen Metaphysik, ob sie wol dem allgemeinen Verstande der Menschen und der natürlichen Denkungsfähigkeit zuwider sind, doch gelten solten; es möchten auch hierdurch die Geheimnisse der Natur noch so ansehnlich vermehret, ja alle Eigenschaften und Wirkungen der Körper in etwas schlechterdings Unbegreifliches verkehret werden: wenn man nur die Grundsätze selbst erst erwiesen hätte. Da ich aber in meiner Metaphysik und Vernunftlehre dargethan habe, daß dieses nicht geschehen ist, und auch nicht geschehen kan; so wird ein unpartheyischer Leser überlegen, daß eine Meinung nicht durchs Widersprechen, sondern

nur

nur durch bündige Gegenbeweise umgestossen werden kan. Können aber ihre Beweise nicht widerlegt werden; so soll sie billig zugegeben werden, es habe auch das Gegentheil behauptet, wer da wolle.

Unterschiedene mal habe ich die Gelegenheit ergriffen, mir in der Naturlehre dasjenige zu Nutzen zu machen, was die heilige Schrift von der Einrichtung der Welt historisch bekannt machet. Wer solches vor eine Μετάβασιν εἰς ἄλλο γένος halten will, verdienet kaum eine weitere Antwort, weil er hiermit bloß seine Schwäche verräth. Denn wenn man Nachrichten aus den weltlichen Geschichten in der Naturlehre brauchen darf; warum will man nur den Nachrichten, welche uns Gott selbst giebt, das Recht absprechen, daß sie zur Beförderung der natürlichen Erkenntniß gebrauchet werden können?

Schlüßlich wünsche ich nur, daß Gott diese Schrift mit darzu dienen lasse, daß bey dem Geschmacke, welchen die gegenwärtigen Zeiten an physikalischen Untersuchungen finden, viele Gemüther erwecket werden und einsehen, wie viel dem Hauptzwecke der natürlichen Erkenntniß daran gelegen ist, daß man im Nachdenken über natürliche Begebenheiten ordentlich und vorsichtig verfähret. Wenn und wie weit hier die wahren Gründe von mir getroffen worden, welche ich mich systematisch aufzuklären und zu erweisen bearbeitet habe, nachdem sie meines Erachtens zu allen Zeiten von verständigen Leuten

bald

bald dunkel empfunden, bald einzeln und stückweise vorgetragen worden; so werde ich mich freuen, wenn sie denselben Platz geben, und weiter darauf fortbauen, und wo dieselben einer Verbesserung bedürfen, sie durch fleißige Vergleichung mit der Erfahrung vollkommener machen. Wo ich hingegen geirret habe, da werde ich mich nicht weigern, mich eines bessern belehren zu lassen, wenn es nur durch Gründe geschiehet; deren Stelle aber eine blosse Verachtung oder ein leeres Widersprechen nicht vertreten kan. Ein iedweder sehe nur zu, daß es nicht, wie oft geschiehet, ein heuchlerisches Vorgeben ist, wenn er von der Naturlehre rühmet, daß man darinnen Gott aus seinen Werken zu erkennen suche. Denn dieses sind alsdenn leere Worte, wenn man keinen in der Welt wirksamen und geschäftigen Gott glaubet, und ihm nicht eine solche Einrichtung des Wesens und der Verknüpfungen zufälliger Dinge zuschreibet, darzu seine weisen Absichten und seine Allmacht der hinlängliche Grund sind, sondern an statt dessen sowohl eine solche Beschaffenheit als Erkenntniß der natürlichen Dinge verlanget, welche von Gott independent seyn soll, wobey man in der That die Regeln der Vernunft verlassen und auf Deisterey verfallen würde. Die Wissenschaften werden unter dem Segen Gottes ungehindert wachsen, wenn viele ihren Fleiß redlich und also verbinden, daß sie die Erkenntniß der Werke Gottes zu der Absicht anwenden, daß sie ihn darinnen gleichsam mit den Händen greiffen, finden und sich alle Dinge in ihrer Subordination unter ihm vorstellen mögen. Geschrieben zu Leipzig an der Michael-Messe 1749.

Der Naturlehre Erster und allgemeiner Theil.





Das I Capitel.

Von der Naturlehre überhaupt, und von den Gründen der physikalischen Wahrscheinlichkeit.

§ 1.

Was die Naturlehre ist.

Die Benennung der Naturlehre oder Physik, wird in zweyerley Bedeutung gebrauchet, darunter die eine weiter, als die andere ist. In der weitern Bedeutung verstehet man denjenigen Theil der Philosophie darunter, welcher von der Beschaffenheit der zufälligen Dinge in der Welt handelt. In der engern Bedeutung aber, welcher wir auch ietzo folgen werden, soll die Naturlehre nur die Wissenschaft von natürlichen Körpern seyn. Oder, wenn man die Erklärung etwas ausführlicher abfassen will, so ist sie die Wissenschaft, welche die Gründe von demjenigen aufsuchet, was wir an den natürlichen Körpern wahrnehmen, um daraus zu einer vollständigern Erkenntniß von der Beschaffenheit und den Wirkungen derselben zu gelangen.

§ 2.

Nutzen der Naturlehre, und wie sie deswegen abzuhandeln ist.

Der Begriff der Naturlehre giebt es so gleich, daß diese Wissenschaft vor alle Gelehrte von unbeschreiblichem Nutzen ist. Denn da die andern Wissenschaften der Philosophie entweder nur aus Begriffen, die man in abstracto betrachtet, schliessen, da also noch die Frage ist, ob auch die Objecte darzu in der Welt wirklich vorhanden sind; oder da sie solche Sätze enthalten, welche schon den Begriff vorhandener Dinge voraus setzen: so liefert hingegen die Physik den ersten Stoff der Realsätze, wodurch die abstracten Sätze brauchbar werden, und von welchen man immer zu mehrern Realsätzen fortgehen kan. Wer daher nach einer gründlichen Gelehrsamkeit strebet, der kan dieselbe unmöglich vor etwas entbehrliches halten. Die Naturlehre ist in der Ordnung der philosophischen Erkenntniß a posteriori, und folglich auch überhaupt in der Ordnung der Erkenntniß von Realsätzen, in der That die erste und die Grundwissenschaft, ob man sie gleich gewisser anderer Ursachen wegen auf Universitäten nicht füglich gleich zuerst vor die Hand nehmen kan, Logik § 27, 535. Sie lehret uns insonderheit Gott aus seinen Wercken erkennen, und sie bahnet den Weg, sowahl die Absichten unsers Lebens, und mithin die Gesetze, als auch die Klugheitsregeln, zu erkennen und bündig zu beweisen,

weisen, wodurch sie demnach den Grund zu aller wahren Weisheit leget. Es muß deswegen auch in der Ausführung dieser Wissenschaft gehörig darauf gesehen werden, daß sie zu einem solchen Gebrauche beqvem gemacht wird. Diesen wichtigen Endzweck derselben verabsäumen manche nur allzu sehr, und ob sie gleich den Worten nach vorgeben, daß ihre Naturlehre zur Erkenntniß Gottes und der Religion führen solle, so nehmen sie doch öfters so verworrene und abgeschmackte Grundsätze darinnen an, daß bey deren Setzung bald die Deisterey, bald der Aberglaube mit der Religion gleiches Recht behalten müßte. Durch dergleichen erschlichene und erdichtete Grundsätze, welche vor physikalische Wahrheiten ausgegeben werden, geschiehet es, daß viele, welche von natürlichen Sachen in gewissen Stücken eine schöne Kenntniß haben, den gesunden Begriffen von der Religion dadurch doch nicht genähert, sondern vielmehr davon entfernet werden. Denn da die Naturlehre eine von den Grundwissenschaften ist, so ist leicht zu begreiffen, daß sich die Folgen von einem einzigen falschen Grundsatze in derselben ungemein weit erstrecken müssen.

§ 3.

Von dem Alter der Naturlehre.

Weil uns die Natur die Objecte der Physik selbst entgegen bringet, und dadurch

die Wahrheitsbegierde reitzet; so ist auch kein Zweifel, daß sie nebst der Moral, auf welche das Gewissen führet, die allerälteste und erste Wissenschaft ist, darauf sich die Menschen beflissen haben. Die ältesten Geschichte, welche wir haben, nemlich die Geschichte Moses und Hiobs beweisen solches auch. Denn da Moses z. E. die Jahre vor und nach der Sündfluth in einer Reihe zusammen zehlet, und daher in beyden Fällen einerley Einheiten haben muß, und gleichwohl ausgemachet ist, daß Moses von Sonnenjahren redet: so siehet man daraus, daß das Sonnenjahr in den allerältesten Zeiten der Welt bekannt gewesen ist, welches ohne fleißige Betrachtung des Himmels nicht hat bestimmet werden können. Aus was vor Grunde wolten wir aber den damaligen Zeiten zutrauen, daß sie auf die andern Wercke der Natur nicht ebenfalls aufmerksam gewesen wären. Man erblicket vielmehr in solchen Proben einen richtigen Beweis, daß diejenigen unter den ersten Einwohnern der Welt, welche der wahren Religion und der Tugend gefolget sind, auch die Erkenntniß der der Werke Gottes, wozu jene selbst verbindet, nicht verabsäumet haben. Wie weit sich ihre Wissenschaft erstrecket habe, läßet sich aus Mangel historischer Nachrichten nicht beweisen. Es kommt aber sehr einfältig heraus, wenn man Leuten,

welche

welche viele Jahrhunderte gelebt, und bey ihrem tugendhaften Leben vielen Hindernissen, welche heute zu Tage die Wissenschaften aufhalten, nicht unterworfen gewesen, aus grosser Eigenliebe vor sich selbst, oder aus blinder Hochachtung gegen unsere Zeiten, gar zu wenig zutrauet. Durch die Zerstreuung der Völker und das einreissende rohe Leben ist auch die nützliche Erkenntniß der Natur bey den meisten Völkern nach und nach in Verfall gekommen. Sie ist deswegen bey denenjenigen, welche sie nach ihrem Untergange bey einem kürzern Leben, und unter viel grössern Hindernissen, wieder zu suchen bemühet gewesen, gar sparsam wiederum gewachsen, und noch darzu wegen der verkehrten Meinungen, die man mit eingemischet, und der Sophisterey, daran man sich gewöhnet hatte, auf ungeheure Art verunstaltet worden. Wer aber davon einen Schluß auf die ältesten Zeiten machet, und z. E. den Ursprung der Griechischen Philosophie und der gründlichen Erkenntniß überhaupt verwirret, der handelt deswegen seltsam, weil er seine Einfälle, den besten historischen Nachrichten vorziehet. Die letztern aber muß er nicht bey den Profan-Scribenten, sondern in den biblischen Geschichten suchen, welche ungleich älter sind, und bey nahe da aufhören, wo die glaub-

würdigen Geschichte der Profan-Scribenten erst anfangen.

§ 4.

In der Naturlehre ist nichts wahres vor unnütze zu halten.

Weil in der Welt nichts ohne weise Absichten gemacht worden; und weil auch alle Dinge mit einander verknüpft sind, so daß theils immer das eine in das andere wirket, theils die Erkenntniß des einen zu der Erkenntniß des andern ein Licht anzünden kan: so muß man in der Naturlehre nichts vor unnütze halten, daferne es nur wahr ist. Diejenigen, welche bey physikalischen Untersuchungen zuerst nach dem Nutzen fragen, und wenn sie keinen einsehen, dieselben verachten, geben ihre Schwäche sehr bloß. Ja mehrentheils haben sie auch einen so schlechten Geschmack, daß sie keinen andern Nutzen, als etwan essen und trinken, Geld verdienen, und einige Beqvemlichkeit im menschlichen Leben in den Gedanken haben. Dazu aber sind ihre Gemüther zu unedel oder zu unwissend, daß sie die Feinheit, Gründlichkeit und Weite der Erkenntniß der Wahrheit mit zu demjenigen rechnen solten, was schon an sich dem menschlichen Geschlechte sehr nützlich und unschätzbar ist. Wer sich um gründliche Erkenntniß bemühet, der wird nicht nur öfters unverhofft von unfruchtbar scheinenden physikalischen Wahrheiten einen wirklichen Nutzen, auch in Absicht auf

die

die Sicherheit und Bequemlichkeit unseres gegenwärtigen Lebens wahrnehmen, sondern er wird besonders deswegen alle Wahrheiten nützlich finden, weil daraus gewisse andere wichtige Wahrheiten erläutert, oder dadurch bewiesen werden können.

§ 5.

Wie die Naturlehre von der applicirten Mathematik unterschieden ist.

Wir haben nunmehr das Object der Naturlehre und die Schrancken unserer vorhabenden Abhandlung etwas genauer zu bestimmen. Hier ist zuförderst die Naturlehre, welche ein Theil der Philosophie im engern Verstande, Log. § 5 rc. seyn soll, mit der applicirten Mathematik nicht zu verwirren. Denn obgleich die letztere ebenfalls, die in der Welt wirklich vorhandenen Körper und deren Veränderungen zum Objecte hat; so betrachtet sie doch dieselben nur in einer gewissen Absicht. Nemlich sie untersuchet Größen an denenselben, welche sie bald an ihrer Substanz, bald an ihren Bewegungen und Veränderungen, und denen Gesetzen derselben, betrachtet. Die Naturlehre aber hat mit der Betrachtung des Wesens, nemlich mit den Eigenschaften und Wirkungen der natürlichen Körper, und denen wirkenden Ursachen davon, zu thun. Hieraus folget zwar so viel, daß die applicirte Mathematik und die Naturlehre sehr nahe mit einander verwandt sind. Sie nehmen wechselsweise

eine die Sätze der andern als lemmata, so oft es nöthig ist, an. Ja da die Erklärung der Wirkungen und Ursachen bey den natürlichen Begebenheiten in den meisten Fällen nicht geschehen kan, wenn nicht auf die Bestimmungen der Größen zugleich Achtung gegeben wird: so kan die Naturlehre die Mathematik nicht entrathen, und die Erkenntniß natürlicher Dinge erlanget allererst durch die Verbindung beyder diejenige Vollständigkeit, dazu es sich bringen läßt. Da man aber gute Gründe gehabt hat, warum die Betrachtung der Grössen in besondere Wissenschaften abgesondert worden; so muß auch die applicirte Mathematik und die Naturlehre nicht mit einander verwirret, sondern ieder ihr Object gelassen werden. Die Naturlehre ist daher das noch nicht, was sie seyn soll, wenn sie nach der Gewohnheit einiger Gelehrten aus einer Sammlung von Erfahrungen und natürlicher Historie, und hiernächst aus einer Sammlung der leichtesten Sätze der applicirten Mathematik bestehet. Die Physik muß auf Qvalitäten sehen, und deren Erkenntniß ist ihr Zweck, zu welchem sie die Betrachtung der Größen nur als ein Mittel, und so weit es nöthig ist, gebrauchet. In der Mathematik aber ist die Bestimmung der Größen der Zweck: und wenn es die applicirte Mathematik ist; so ist die bekannte Beschaffenheit der natürlichen

türlichen Dinge nur das Object, an welchem man die Größen abstrahiret, und darauf man die allgemeine Theorie von denselben appliciret. Daher hat auch die applicirte Mathematik gemeiniglich nicht mehr, als Erfahrungen, nöthig. Sie läßset sich nicht auf die Grundkräfte und das Wesen derselben ein, sondern die Kräfte, welche sie betrachtet, sind Generalbegriffe, da zu demjenigen, was die Erfahrung lehret, nur der Begriff einer Kraft überhaupt gesetzet worden, um die Größen derselben zu untersuchen, ohne auszumachen, ob es Grundkräfte oder abgeleitete Kräfte, Metaphys. § 70, sind, und worinnen das innerliche Wesen der wirkenden Ursachen bestehet. Ich halte davor, daß man sich auch nach diesem Unterschiede bey den Beweisen in der Naturlehre zu richten hat. Der Augenschein lehret es, daß manche Lehrsätze eben so wohl in der applicirten Mathematik, als in der Naturlehre, vorkommen müssen. In jener ist die Gewohnheit ganz recht, daß man sich genau an die strengen geometrischen Demonstrationen hält, und man wird insonderheit finden, daß diejenigen Beweise sehr oft vorkommen, welche ich in der Vernunftlehre § 529 den Vergleichungsweg und den Weg der Gleichgültigkeit genennet habe. Denn hiedurch erhält die Mathematik ihren ganzen Endzweck, und bleibet gleich-

Was daraus folget in Absicht auf die Beweise in der Naturlehre.

gleichwohl von Erdichtungen und Scheinbeweisen rein: dergleichen sich alsdenn nur allzu oft einschleichen, wo man aus dem Wesen der Dinge, und also aus einem sehr zusammengesetzten Objecte, schliesset. Wo es aber angehet, aus der Beschaffenheit wirkender Ursachen Beweis zu führen; so, glaube ich, es ist offenbar, daß der Zweck der Physik erfordert, dergleichen aufzusuchen, obgleich die Sache durch die vorbemeldeten geometrischen Beweise schon völlig gewiß ist. Man hat daher dieselben nicht etwan unter dem Vorwande geringe zu achten, daß durch dergleichen Speculationen nur die Evidenz gehindert, und denen Erdichtungen Thür und Thor aufgethan werde. Es folget nur so viel daraus, daß weil freylich die Naturlehre von je her durch die seltsamsten Träume verunzieret worden, man dabey desto vorsichtiger gehen muß. Daher können auch dergleichen geometrische Beweise, wie vorhin gemeldet worden, als eine Probe, daß man aus der Beschaffenheit der Dinge richtig geurtheilet habe, so oft es nöthig ist, hinzugesetzet werden.

§ 6.

Was die Naturlehre vor Schranken hat, wiefern sie ein Theil einer nützli-

Nach dem Begriffe, den wir § 1 von der Naturlehre gegeben haben, siehet man, daß sie von unermeßlich weitem Umfange ist. Der menschliche Verstand ist von den physi-

physikalischen Wahrheiten nur einen kleinen Theil zu erkennen geschickt. Doch ist dieser Theil selbst zu groß, als daß man ihn als eine einzige Wissenschaft abhandeln könnte. Denn es ist aus dem Begriffe klar, daß alle medicinischen Wissenschaften zur Physik gehören: und, wenn man sich auf die speciale Betrachtung besonderer Arten von Dingen einlassen will: so kan man beständig weiter gehen, und neue physikalische Wissenschaften machen. Daher entstehet die Frage: Wie viel in die Naturlehre gehört, wie fern sie ein Theil einer nützlichen academischen Encyclopädie seyn soll, allwo man nicht allzuweitläuftig seyn darf, und es doch auch auf kein Gerathewohl ohne zweckmäßig gesetzte Schranken kan ankommen lassen. Die Regel, welche, wie man leichte einsiehet, aus dem Zwecke einer Encyclopädie herfließet, ist diese: daß man in der Physik, welche dazu gerechnet wird, so weit gehen soll, daß der Verstand geschickt gemacht wird, zu den specialern Sachen ungehindert und vor sich selbst weiter fortschreiten zu können, und mit einem Worte, daß der Kopf, so zu reden, physikalisch, das ist zu gründlichen physikalischen Untersuchungen geschickt, gemacht wird. Wenn man dieses genauer bestimmen will, so kommt es dabey auf zweyerley an. Die Physik, welche in die philosophische Encyclopädie gehöret, muß

chen academischen Encyclopädie seyn soll.

so

so weit gehen, daß man geschickt wird, bey physikalischen Untersuchungen sich die Zwecke seiner Aufmerksamkeit, auf eine nützliche Art zu bestimmen. Und ferner muß von den Gründen natürlicher Begebenheiten so viel gesagt werden, daß man entweder bey specialern Untersuchungen die Sache darnach auflösen kan, oder wenigstens fähig ist, gute Hypotheses zu erfinden. Zu dem letztern wird man dadurch noch nicht geschickt, wenn man bloße Erfahrungen weiß, ja auch nicht einmal, wenn man gleich die Mathematik dazu inne hat, und sich hingegen nicht auch um die Beschaffenheit der wirkenden Ursachen in der Natur bekümmert hat. Denn ohne eine gründliche Erkenntniß derselben wird einem beym Nachsinnen kein genugsamer Stoff zu guten disjunctivischen Schlüssen beyfallen, auf welche es doch bey Untersuchung der Ursachen ankommt, Log. § 537. Gleichwohl lehret die Natur selbst einen jeden auf Ursachen sinnen, und machet ihn begierig, dergleichen zu erfinden, er mag sie nun vor ganz gewiß ausgeben, oder nicht. Er wird also, wenn er keinen guten Grund gelegt hat, bey der ersten besten Hypothesi, die ihm einfällt, leichte stehen bleiben, und manches wird ihm ohne Grund deswegen wahrscheinlich vorkommen, weil es die einzige oder die leichteste Möglichkeit ist, die er einsiehet, ungeach-

geachtet es nur daran lieget, daß ihm die übrigen nicht bekannt sind. Ich werde mich daher nach der ietzt erklärten Umschränckung in vorhabender Anleitung zu einem ordentlichen und vorsichtigen Nachdenken über natürliche Begebenheiten richten.

§ 7.

Wiefern die Lehre von Geistern, und die Betrachtung der Endursachen in die Naturlehre gehören.

Das eigentliche Object der Physik nach unserer Bestimmung § 1 sind die Körper, und zwar nach ihrer Beschaffenheit, Wirkungen, und wirkenden Ursachen. Allein man kan fragen, ob die Geister und die Endursachen der Dinge gar nicht hinein gehören. Hierauf antworte ich, die Geister gehören nur in so ferne in die Naturlehre, wiefern sie nöthig sind, gewisse Wirkungen, die wir an den Körpern wahrnehmen, zu erklären. Das nothwendige Wesen der Geister aber gehört in die Metaphysik. Und die zufällige Einrichtung unserer Seele, erfordert eine oder mehrere Wissenschaften der Disciplinal-Philosophie. Ich habe die Theorie des Willens in der Thelematologie, die Lehre von den Kräften des Verstandes aber in der Logik, vorgetragen. Was die Endursachen anlanget, so hat man dieselben theils in der Naturlehre so weit zu Hülfe zu nehmen, als sie nöthig sind, die Wirkungen gewisser Körper, oder ihrer Theile, zu erklären; theils wäre es noch eine besondere Arbeit, den zweckmäßigen

mäßigen Zusammenhang der Theile der ganzen Welt zu untersuchen, welcher füglich den andern Theil der Naturlehre ausmachen würde, wenn es nur weit darinnen zu bringen wäre. Es wird in diesem Werke ein Capitel davon folgen. In den weitläuftigern Abhandlungen, welche bisher gelehrte Leute von den Absichten der natürlichen Dinge geschrieben haben, ist das meiste von der Art, daß ohne dasselbe die Beschaffenheit und Wirkungen der Körper nicht verstanden werden können, daher es auch von der Physik, wiefern sie die Kräfte und Wirkungen der Körper erklären soll, nicht wohl abgesondert werden kan.

§ 8.

Von den vornehmsten Hülfsmitteln der Naturlehre. Das erste ist die Erfahrung.

Die zwey vornehmsten Hülfsmittel der Naturlehre sind die Erfahrungen, dazu die ganze natürliche Historie gehöret, und die Mathematik. Erfahrungen nennet man solche Sätze, darinnen die gesetzte Verknüpfung zwischen dem Subjecte und Prädicate unmittelbar durch die Empfindung wahrgenommen wird. Man kan sie in reine und gemischte eintheilen.

Die Erfahrungen sind reine oder gemischte.

Ein Satz ist eine reine Erfahrung, wenn sich das gesetzte Verhältniß zwischen dem Subject und Prädicat nach allen Umständen empfinden läßt. Hingegen ist er eine gemischte Erfahrung, wenn ein Schluß mit dem, was die Sinne lehren, verbunden

den worden, welchen man aber, weil er leichte ist, nicht ausführlich vorzustellen pfleget. Von dieser und andern Eintheilungen der Erfahrungssätze ist in der Log. § 461 rc. ausführlich gehandelt worden, welches hier zu wiederholen beschwerlich ist, ob es wohl unentbehrlich ist, dasselbe im frischen Gedächtniß zu behalten, damit man nicht vermeinte Erfahrungen mit wirklichen verwirre, und damit man auch aus richtigen Erfahrungen nicht falsch schliesse. Wenn man auf solche Art Erfahrung einziehet, daß man gewisse natürliche Ursachen mit Fleiß zusammen ordnet, um die Umstände und Wirkungen derselben zu empfinden; so wird es ein **Versuch** oder **Experiment** genennet. Ordnet man aber die natürlichen Ursachen nicht selbst zusammen, gebrauchet aber sonst eine zweckmäßig eingerichtete Vorsichtigkeit bey der Empfindung derselben; so nennet man es nur eine **Observation**. Durch die Experimente und Observationen hat eben zeithero die Naturlehre den vortrefflichen Zuwachs erhalten, wodurch es unsere Zeiten vermuthlich allen vorigen zuvor thun. Denn zufällige Existenzen müssen zuletzt allemal durch Erfahrungen bewiesen werden, weil sie keine nothwendigen Gründe haben. Und wo man auch aus dem, was schon bekannt war, durch richtige Schlüsse auf gewisse Wahrheiten ohne neue Er-

Was Versuche und Observationen heissen.

fahrungen hätte kommen können; da läßt es doch unsere Schwäche selten zu, weil wir nicht leicht, ohne nähere Veranlassung, darauf fallen, und weil wir auch bey unserm Nachdenken leicht auf Abwege gerathen, so oft wir mit Objecten zu thun haben, dabey vieles zu unterscheiden ist, dafern wir nicht das, was durch Schlüsse herausgebracht worden, immer von neuen gegen die Erfahrung als einen Probierstein halten können. Der Rath eines der bekanntesten Verbesserer der Naturlehre Franciscus Baco von Verulamio hat viele Frucht geschaffet, seit dem man, wie er gewollt, mit Feuer und Eisen auf die Natur losgegangen. Die Experimente sind von vielerley Art. Man kan sie insonderheit nach den Hülfsmitteln unterscheiden, welche man dabey gebraucht. Wenn dabey die Körper in ihre wesentlich unterschiedenen Theile aufgelöset werden, welches sonderlich vermittelst des Feuers geschieht, so werden sie chymische genennt. Gebrauchet man dabey nur Mittel, welche durch die Figur und Lage ihrer Theile wirken, nemlich also, daß man diese Wirkung wahrnehmen kan und auch betrachtet; so können sie mathematische heissen, dergleichen die hydrostatischen und mechanischen sind. Bedienet man sich aber solcher Mittel, da keine Wirkung durch die Figur und Lage der Theile sinnlich

Wie vielerley die Versuche sind.

lich ist, und dabey doch auch die Körper nicht in wesentlich verschiedene Theile aufgelöset werden, so könten sie in einer engern Bedeutung physikalisch heissen, dergleichen z. E. das Crystallisiren des Salzes, das Pfropfen u. s. w. ist. Endlich können auch von diesen einfachsten Arten mehrere mit einander verbunden werden, wie die ietzo so gewöhnlichen physicomathematischen Experimente erläutern. Man hüte sich dabey, daß man nicht etwan die gemeinen Erfahrungen und Experimente geringe achte. Denn es lassen sich dadurch gemeiniglich die wichtigsten Wahrheiten eben sowol beweisen, wenn man nur aufmerksam genug ist, oder ein paar Schlüsse mehr machet. Ja zu demjenigen, was die gemeinsten Kinderspiele am besten beweisen, müssen die Gelehrten bisweilen nur deswegen andere und prächtigere Experimente aussinnen, weil es wegen der verächtlichen Nebenideen, die man von solchen Dingen hat, nicht angehet, daß man sich bey einer ernsthaften Zusammenkunft damit beschäftiget.

§ 9.

Das andere Hülfsmittel der Naturlehre ist die Mathematik.

Die Mathematik ist deswegen ein unentbehrliches Hülfsmittel der Naturlehre, weil man sich weder genugsam deutliche Begriffe von den Körpern, ihren Verbindungen, und ihrer Art zu wirken machen,

noch auch die Proportion der Ursachen und Wirkungen beurtheilen, und einsehen kan, ob vielleicht die Wirkung grösser als eine angenommene Ursache ist, dafern man nicht die Betrachtung der Grössen in seiner Gewalt hat. Hingegen hüte man sich, daß man sie nicht mißbrauche, oder ihr einen Nutzen fälschlich zuschreibe, welcher mit unrichtigen Begriffen von den Wegen der menschlichen Erkenntniß verbunden ist. Man mißbrauchet sie z. E. wenn man die mathematischen Kräfte, das ist die bloßen Generalbegriffe, darinnen man den zu erklärenden Effect mit der Idee einer Kraft überhaupt zusammen genommen hat, mit den wahren und von der Natur selbst unterschiedenen Kräften verwirret, und jene an stat dieser in die Naturlehre bringet § 5; ferner, wenn man den mathematischen Körper mit dem physikalischen verwirret, ingleichen die mathematische Theilung, die nur auf der Unterscheidung angenommener Theile beruhet, mit der physikalischen, welche eine wirkliche Voneinanderbewegung solcher Substanzen ist, welche die Natur unterschieden, und zu besondern Substanzen gemachet hat; noch weiter, wenn man sich angewöhnet, von dem, was einem Dinge zukommt, allezeit einen Grund der Nothwendigkeit, und wol noch dazu aus dem Begriffe des Dinges selbst, wissen zu wollen, oder die Wesen in der

Wie die Mathematik gemißbrauchet werden kan.

der Physik eben so wol als die mathematischen vor nothwendig zu halten, da sie doch ihren Grund in der willkührlichen Einrichtung Gottes und den Absichten desselben haben; endlich auch, wenn man die Realität dessen, was in der Mathematik aus Begriffen, in abstracto betrachtet, erwiesen worden, so gleich damit auf eine solche Art, welche dem Zwecke der Physik Genüge thut, erwiesen zu haben, glaubet, wenn man in einigen Fällen zeigen kan, daß wirklich dergleichen Ursachen in der Welt vorhanden sind, deren Wirkungen mit einer solchen Determination der Grösse erfolgen. Denn zum Beweis, daß etwas eine allgemeine Ursache ist, oder daß es eben in diesem oder jenem Falle die Ursache ist, gehöret viel mehreres. Log. § 537.

§ 10.

Doch müssen auch in der Naturlehre die allgemeinen Vernunftgründe damit verbunden werden.

Um aber diese beyden Hülfsmittel der Naturlehre, die Erfahrung und die Mathematik, recht anzuwenden, muß man eingedenk bleiben, daß dieselben mit den allgemeinen Vernunftgründen wohl und gehörig zusammengenommen und verbunden werden müssen. Es muß nemlich gewisse allgemeine Vernunftgründe von der Beschaffenheit endlicher Substanzen, und der Körper insonderheit, wie auch von der Einrichtung physikalischer Untersuchungen geben. Dieselben werden grossentheils aus

der Metaphysik, wenn sie recht eingerichtet und nicht auf undenkliche Grillen gebauet ist, hergeholet werden müssen. Doch kan auch die Physik, so gut als andere Wissenschaften, ihre Lemmata allerwegen herholen, wo sie dieselben findet. Hiernächst muß man bedenken, daß nicht eben die Erfahrung, oder die Mathematik, der Grund der Gewißheit ist, sondern daß die Gewißheit vielmehr überhaupt auf den logikalischen Kennzeichen der Wahrheit beruhet, und jene eben deswegen Gewißheit bringen, weil sich die logikalischen Kennzeichen derselben darauf schicken. Hieraus folget aber, daß sich die Gewißheit auch überall finden muß, wo sich ihre Kennzeichen hinschicken, wenn auch gleich die Sätze von solcher Art sind, daß sie nicht so häufig vorkommen, oder daß sie nicht so leichte als andere, und daher den meisten nicht so geläufig sind. Man hat dahero zwar denenjenigen Gelehrten die größte Ursache verbunden zu seyn, welche die Experimente und Mathematik in der Naturlehre gangbar gemacht, und dadurch der unerträglichen Kühnheit, leere Einfälle spitzfindig zu vertheidigen, gesteuret haben. Man muß aber auch nicht zu weit gehen, und deswegen richtig erwiesene Gründe verwerfen, weil sie nicht mathematisch sind, oder weil sie nicht durch Experimente bewiesen werden können, welches vielleicht die Natur der

der Sache nicht leidet. Wer nach einiger Leute Gewohnheit so lange Klage führet, daß man etwas ohne Beweis annehme, so lange es nicht sinnlich gemacht, oder so lange nicht dessen Nothwendigkeit dargethan werden kan, oder so lange er davon keine vollständige und anschauende Erkenntniß hat, der kan es zwar vielleicht gar gut meynen, und durch Exempel verworrener Begriffe und unverschämter Erdichtungen seyn schüchtern gemacht worden: In der Sache selbst aber hat er doch unrecht, und verräth sich, daß er die Kennzeichen der Wahrheit nicht hinlänglich verstehet.

§ 11.

In der Naturlehre wird sehr oft der Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen gebrauchet.

Das Object der Naturlehre giebt es sogleich zu verstehen, daß darinnen sehr oft der Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen vorkommen muß. Denn da wir den ganzen Inbegriff natürlicher Dinge nicht übersehen, und dahero alle Ursachen, welche sich mit einmischen können, nicht voraus zu sehen geschickt sind; da auch ferner zu einerley Wirkung mehrere Ursachen in der Natur da seyn können, gleichwie einerley Ursache mehrere Wirkungen nach Beschaffenheit der Umstände hervorbringen kan: so ist klar, daß in dergleichen Fällen gemeiniglich kein anderer als der Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen brauchbar ist. Doch glaube man nicht, daß die auf diesem Wege er-

Doch kan die Sache dadurch im-

so weit gehen, daß man geschickt wird, bey physikalischen Untersuchungen sich die Zwecke seiner Aufmerksamkeit, auf eine nützliche Art zu bestimmen. Und ferner muß von den Gründen natürlicher Begebenheiten so viel gesagt werden, daß man entweder bey specialern Untersuchungen die Sache darnach auflösen kan, oder wenigstens fähig ist, gute Hypotheses zu erfinden. Zu dem letztern wird man dadurch noch nicht geschickt, wenn man bloße Erfahrungen weiß, ja auch nicht einmal, wenn man gleich die Mathematik dazu inne hat, und sich hingegen nicht auch um die Beschaffenheit der wirkenden Ursachen in der Natur bekümmert hat. Denn ohne eine gründliche Erkenntniß derselben wird einem beym Nachsinnen kein genugsamer Stoff zu guten disjunctivischen Schlüssen beyfallen, auf welche es doch bey Untersuchung der Ursachen ankommt, Log. § 537. Gleichwohl lehret die Natur selbst einen ieden auf Ursachen sinnen, und machet ihn begierig, dergleichen zu erfinden, er mag sie nun vor ganz gewiß ausgeben, oder nicht. Er wird also, wenn er keinen guten Grund gelegt hat, bey der ersten besten Hypothesi, die ihm einfällt, leichte stehen bleiben, und manches wird ihm ohne Grund deswegen wahrscheinlich vorkommen, weil es die einzige oder die leichteste Möglichkeit ist, die er einsiehet, ungeach-

geachtet es nur daran lieget, daß ihm die übrigen nicht bekannt sind. Ich werde mich daher nach der ietzt erklärten Umschränckung in vorhabender Anleitung zu einem ordentlichen und vorsichtigen Nachdenken über natürliche Begebenheiten richten.

§ 7.

Wiefern die Lehre von Geistern, und die Betrachtung der Endursachen in die Naturlehre gehören.

Das eigentliche Object der Physik nach unserer Bestimmung § 1 sind die Körper, und zwar nach ihrer Beschaffenheit, Wirkungen, und wirkenden Ursachen. Allein man kan fragen, ob die Geister und die Endursachen der Dinge gar nicht hinein gehören. Hierauf antworte ich, die Geister gehören nur in so ferne in die Naturlehre, wiefern sie nöthig sind, gewisse Wirkungen, die wir an den Körpern wahrnehmen, zu erklären. Das nothwendige Wesen der Geister aber gehört in die Metaphysik. Und die zufällige Einrichtung unserer Seele, erfordert eine oder mehrere Wissenschaften der Disciplinal-Philosophie. Ich habe die Theorie des Willens in der Thelematologie, die Lehre von den Kräften des Verstandes aber in der Logik, vorgetragen. Was die Endursachen anlanget, so hat man dieselben theils in der Naturlehre so weit zu Hülfe zu nehmen, als sie nöthig sind, die Wirkungen gewisser Körper, oder ihrer Theile, zu erklären; theils wäre es noch eine besondere Arbeit, den zweckmäßigen

mäßigen Zusammenhang der Theile der ganzen Welt zu untersuchen, welcher füglich den andern Theil der Naturlehre ausmachen würde, wenn es nur weit darinnen zu bringen wäre. Es wird in diesem Werke ein Capitel davon folgen. In den weitläuftigern Abhandlungen, welche bisher gelehrte Leute von den Absichten der natürlichen Dinge geschrieben haben, ist das meiste von der Art, daß ohne dasselbe die Beschaffenheit und Wirkungen der Körper nicht verstanden werden können, daher es auch von der Physik, wiefern sie die Kräfte und Wirkungen der Körper erklären soll, nicht wohl abgesondert werden kan.

§ 8.

Von den vornehmsten Hülfsmitteln der Nat. lehre. Das erste ist die Erfahrung.

Die zwey vornehmsten Hülfsmittel der Naturlehre sind die **Erfahrungen**, darzu die ganze natürliche Historie gehöret, und die **Mathematik**. **Erfahrungen** nennet man solche Sätze, darinnen die gesetzte Verknüpfung zwischen dem Subjecte und Prädicate unmittelbar durch die Empfindung wahrgenommen wird. Man kan sie in **reine** und **gemischte** eintheilen.

Die Erfahrungen sind reine oder gemischte.

Ein Satz ist eine **reine Erfahrung**, wenn sich das gesetzte Verhältniß zwischen dem Subject und Prädicat nach allen Umständen empfinden läßt. Hingegen ist er eine **gemischte Erfahrung**, wenn ein Schluß mit dem, was die Sinne lehren, verbunden

den worden, welchen man aber, weil er leichte ist, nicht ausführlich vorzustellen pfleget. Von dieser und andern Eintheilungen der Erfahrungssätze ist in der Log. § 461 ꝛc. ausführlich gehandelt worden, welches hier zu wiederholen beschwerlich ist, ob es wohl unentbehrlich ist, dasselbe im frischen Gedächtniß zu behalten, damit man nicht vermeinte Erfahrungen mit wirklichen verwirre, und damit man auch aus richtigen Erfahrungen nicht falsch schliesse. Wenn man auf solche Art Erfahrung einziehet, daß man gewisse natürliche Ursachen mit Fleiß zusammen ordnet, um die Umstände und Wirkungen derselben zu empfinden; so wird es ein **Versuch** oder **Experiment** genennet. Ordnet man aber die natürlichen Ursachen nicht selbst zusammen, gebrauchet aber sonst eine zweckmäßig eingerichtete Vorsichtigkeit bey der Empfindung derselben; so nennet man es nur eine **Observation**. Durch die Experimente und Observationen hat eben zeithero die Naturlehre den vortrefflichen Zuwachs erhalten, wodurch es unsere Zeiten vermuthlich allen vorigen zuvor thun. Denn zufällige Existenzen müssen zuletzt allemal durch Erfahrungen bewiesen werden, weil sie keine nothwendigen Gründe haben. Und wo man auch aus dem, was schon bekannt war, durch richtige Schlüsse auf gewisse Wahrheiten ohne neue Er-

Was Versuche und Observationen heissen.

fahrungen hätte kommen können; da läßt es doch unsere Schwäche selten zu, weil wir nicht leicht, ohne nähere Veranlassung, darauf fallen, und weil wir auch bey unserm Nachdenken leicht auf Abwege gerathen, so oft wir mit Objecten zu thun haben, dabey vieles zu unterscheiden ist, dafern wir nicht das, was durch Schlüsse herausgebracht worden, immer von neuen gegen die Erfahrung als einen Probierstein halten können. Der Rath eines der bekanntesten Verbesserer der Naturlehre Franciscus Baco von Verulamio hat viele Frucht geschaffet, seit dem man, wie er gewollt, mit Feuer und Eisen auf die Natur losgegangen. Die Experimente sind von vielerley Art. Man kan sie insonderheit nach den Hülfsmitteln unterscheiden, welche man dabey gebraucht. Wenn dabey die Körper in ihre wesentlich unterschiedenen Theile aufgelöset werden, welches sonderlich vermittelst des Feuers geschieht, so werden sie chymische genennt. Gebrauchet man dabey nur Mittel, welche durch die Figur und Lage ihrer Theile wirken, nemlich also, daß man diese Wirkung wahrnehmen kan und auch betrachtet; so können sie mathematische heissen, dergleichen die hydrostatischen und mechanischen sind. Bedienet man sich aber solcher Mittel, da keine Wirkung durch die Figur und Lage der Theile sinnlich

Wie vielerley die Versuche sind.

lich ist, und dabey doch auch die Körper nicht in wesentlich verschiedene Theile aufgelöset werden, so könten sie in einer engern Bedeutung physikalisch heissen, dergleichen z. E. das Crystallisiren des Salzes, das Pfropfen u. s. w. ist. Endlich können auch von diesen einfachsten Arten mehrere mit einander verbunden werden, wie die ietzo so gewöhnlichen physicomathematischen Experimente erläutern. Man hüte sich dabey, daß man nicht etwan die gemeinen Erfahrungen und Experimente geringe achte. Denn es lassen sich dadurch gemeiniglich die wichtigsten Wahrheiten eben sowol beweisen, wenn man nur aufmerksam genug ist, oder ein paar Schlüsse mehr machet. Ja zu demjenigen, was die gemeinsten Kinderspiele am besten beweisen, müssen die Gelehrten bisweilen nur deswegen andere und prächtigere Experimente aussinnen, weil es wegen der verächtlichen Nebenideen, die man von solchen Dingen hat, nicht angehet, daß man sich bey einer ernsthaften Zusammenkunft damit beschäftiget.

§ 9.

Das andere Hülfsmittel der Naturlehre ist die Mathematik.

Die Mathematik ist deswegen ein unentbehrliches Hülfsmittel der Naturlehre, weil man sich weder genugsam deutliche Begriffe von den Körpern, ihren Verbindungen, und ihrer Art zu wirken machen, noch

noch auch die Proportion der Ursachen und Wirkungen beurtheilen, und einsehen kan, ob vielleicht die Wirkung grösser als eine angenommene Ursache ist, dafern man nicht die Betrachtung der Grössen in seiner Gewalt hat. Hingegen hüte man sich, daß man sie nicht mißbrauche, oder ihr einen Nutzen fälschlich zuschreibe, welcher mit unrichtigen Begriffen von den Wegen der menschlichen Erkenntniß verbunden ist. Man mißbrauchet sie z. E. wenn man die mathematischen Kräfte, das ist die bloßen Generalbegriffe, darinnen man den zu erklärenden Effect mit der Idee einer Kraft überhaupt zusammen genommen hat, mit den wahren und von der Natur selbst unterschiedenen Kräften verwirret, und jene an stat dieser in die Naturlehre bringet § 5; ferner, wenn man den mathematischen Körper mit dem physikalischen verwirret, ingleichen die mathematische Theilung, die nur auf der Unterscheidung angenommener Theile beruhet, mit der physikalischen, welche eine wirkliche Voneinanderbewegung solcher Substanzen ist, welche die Natur unterschieden, und zu besondern Substanzen gemachet hat; noch weiter, wenn man sich angewöhnet, von dem, was einem Dinge zukommt, allezeit einen Grund der Nothwendigkeit, und wol noch dazu aus dem Begriffe des Dinges selbst, wissen zu wollen, oder die Wesen in

Wie die Mathematik gemißbrauchet werden kan.

der

der Physik eben so wol als die mathematischen vor nothwendig zu halten, da sie doch ihren Grund in der willkührlichen Einrichtung Gottes und den Absichten desselben haben; endlich auch, wenn man die Realität dessen, was in der Mathematik aus Begriffen, in abstracto betrachtet, erwiesen worden, so gleich damit auf eine solche Art, welche dem Zwecke der Physik Genüge thut, erwiesen zu haben, glaubet, wenn man in einigen Fällen zeigen kan, daß wirklich dergleichen Ursachen in der Welt vorhanden sind, deren Wirkungen mit einer solchen Determination der Grösse erfolgen. Denn zum Beweis, daß etwas eine allgemeine Ursache ist, oder daß es eben in diesem oder jenem Falle die Ursache ist, gehöret viel mehreres. Log. § 537.

§ 10.

Doch müssen auch in der Naturlehre die allgemeinen Vernunftgründe damit verbunden werden.

Um aber diese beyden Hülfsmittel der Naturlehre, die Erfahrung und die Mathematik, recht anzuwenden, muß man eingedenk bleiben, daß dieselben mit den allgemeinen Vernunftgründen wohl und gehörig zusammengenommen und verbunden werden müssen. Es muß nemlich gewisse allgemeine Vernunftgründe von der Beschaffenheit endlicher Substanzen, und der Körper insonderheit, wie auch von der Einrichtung physikalischer Untersuchungen geben. Dieselben werden grossentheils aus

der Metaphysik, wenn sie recht eingerichtet und nicht auf undenkliche Grillen gebauet ist, hergeholet werden müssen. Doch kan auch die Physik, so gut als andere Wissenschaften, ihre Lemmata allerwegen herholen, wo sie dieselben findet. Hiernächst muß man bedenken, daß nicht eben die Erfahrung, oder die Mathematik, der Grund der Gewißheit ist, sondern daß die Gewißheit vielmehr überhaupt auf den logikalischen Kennzeichen der Wahrheit beruhet, und jene eben deswegen Gewißheit bringen, weil sich die logikalischen Kennzeichen derselben darauf schicken. Hieraus folget aber, daß sich die Gewißheit auch überall finden muß, wo sich ihre Kennzeichen hinschicken, wenn auch gleich die Sätze von solcher Art sind, daß sie nicht so häufig vorkommen, oder daß sie nicht so leichte als andere, und daher den meisten nicht so geläufig sind. Man hat dahero zwar denenjenigen Gelehrten die größte Ursache verbunden zu seyn, welche die Experimente und Mathematik in der Naturlehre gangbar gemacht, und dadurch der unerträglichen Kühnheit, leere Einfälle spitzfindig zu vertheidigen, gesteuret haben. Man muß aber auch nicht zu weit gehen, und deswegen richtig erwiesene Gründe verwerfen, weil sie nicht mathematisch sind, oder weil sie nicht durch Experimente bewiesen werden können, welches vielleicht die Natur

der

der Sache nicht leidet. Wer nach einiger Leute Gewohnheit so lange Klage führet, daß man etwas ohne Beweis annehme, so lange es nicht sinnlich gemacht, oder so lange nicht dessen Nothwendigkeit dargethan werden kan, oder so lange er davon keine vollständige und anschauende Erkenntniß hat, der kan es zwar vielleicht gar gut meynen, und durch Exempel verworrener Begriffe und unverschämter Erdichtungen seyn schüchtern gemacht worden: In der Sache selbst aber hat er doch unrecht, und verräth sich, daß er die Kennzeichen der Wahrheit nicht hinlänglich verstehet.

§ 11.

In der Naturlehre wird sehr oft der Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen gebrauchet.

Das Object der Naturlehre giebt es so gleich zu verstehen, daß darinnen sehr oft der Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen vorkommen muß. Denn da wir den ganzen Inbegriff natürlicher Dinge nicht übersehen, und dahero alle Ursachen, welche sich mit einmischen können, nicht voraus zu sehen geschickt sind; da auch ferner zu einerley Wirkung mehrere Ursachen in der Natur da seyn können, gleichwie einerley Ursache mehrere Wirkungen nach Beschaffenheit der Umstände hervorbringen kan: so ist klar, daß in dergleichen Fällen gemeiniglich kein anderer als der Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen brauchbar ist. Doch glaube man nicht, daß die auf diesem Wege

Doch kan die Sache dadurch ir-

verlässig, oder auch völlig gewiß werden.

erkannten Dinge deswegen allezeit Muthmassungen, oder etwas bloß Wahrscheinliches, seyn müßten. Sie können auch völlig zuverläßig seyn, oder eine moralische Gewißheit haben, wie in der Logik Th. I Cap. IX erwiesen ist. Z. E. die Postulata der Erfahrung, werden sämmtlich durch den Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen erkannt, und doch deswegen ohne Bedencken in der Demonstration gebraucht.

§ 12.

Was die Naturlehre in der Lehrart besonderes hat.

Die Naturlehre hat auch in der Lehrart etwas, wodurch sie sich von andern Wissenschaften, sonderlich aber von der reinen Mathematik, unterscheidet, Log. § 10. Denn da diese aus Begriffen demonstriret, von denen man nichts weiter verlanget, als daß sie möglich sind; so hat die Naturlehre hingegen mit existirenden Dingen zu thun, da die Realität der Begriffe selbst erwiesen werden muß. Da man anderwärts bald bloß mit einem Grunde zufrieden ist, wodurch man etwas als möglich verstehet; bald aber gar einen innerlichen Grund der Nothwendigkeit der Dinge verlanget; so ist es in der Physik ganz anders. An der Nothwendigkeit ist nichts gelegen, wenn nur die Realität erweislich ist. In den wichtigsten Fällen ist es auch mit solchen Ursachen nicht ausgerichtet, woraus man nur begreiffet, wie ein Ding möglich ist; sondern

dern man will die wirklich existirenden Ursachen wissen, welche man nicht finden kan, als wenn man die möglichen Ursachen aus einander setzet, und sie sämtlich wiederum, bis auf eine, hinweg schaffet. Man begnüget sich bloß alsdenn an möglichen Ursachen, wo man nur überhaupt wissen will, ob etwas natürlicher weise vor möglich zu halten ist; oder wo es deswegen nicht weiter zu bringen ist, weil stets viele Ursachen mit einer Verbindung zusammen wirken. Man muß doch aber in beyden Fällen wenigstens die Realität der als möglich angenommenen Ursachen selbst beweisen. Der häufige Gebrauch von dem Erkenntnißwege des Wahrscheinlichen § 11 verdienet auch nochmals erinnert zu werden. Ich weiß zwar wohl, daß einige nicht zu geben wollen, daß dergleichen Stücke einen Unterschied in der Lehrart ausmachen, sondern bloß einen Unterschied in der Materie zu finden vermeinen, dahingegen sie in der Lehrart allezeit der Mathematik zu folgen glauben. Es ist aber nur so viel wahr, daß das allgemeineste von einer gründlichen Lehrart allen Gattungen derselben zukommen muß; ingleichen, daß nicht iedweder Unterschied der Materie eine unterschiedene Lehrart ausmachet, sondern daß man erst zusehen muß, ob derselbe auch mit logikalischen Unterschieden der Erkenntnißwege, und der Art zu beweisen, verbunden ist. Die ietzt

erzehlten Puncte aber machen dergleichen wirklich aus, weil z. E. die Richtigkeit eines Axiomatis, einer Erfahrung, eines Postulati der Erfahrung u. s. f. nach besondern logikalischen Regeln, und mit besonderer Vorsichtigkeit, beurtheilet werden muß, und ausser dem das eine nicht an die Stelle des andern untergeschoben werden kan. Eben deswegen weil die gehörigen logikalischen Unterscheidungen hiebey gar oft übersehen werden, so sind auch die Erfahrungen selbst sehr gemißbrauchet worden, und man hat ihnen zugeschrieben, und daraus geschlossen, was daraus gar nicht folget. Gleichwohl weil man den Irrthum nicht eingesehen, die Erfahrung aber vor ein ganz gewisses Principium, wie sie auch ist, angenommen hat; so sind ungegründete Dinge mit grosser Zuversicht vor demonstrirt gehalten worden. Doch ich kan ietzo nicht ausführlicher davon reden, sondern die Sache gehöret in die Vernunftlehre, und wer dieselbe nicht gründlich verstehet, oder sich, in Absicht auf die gemeinen Mängel derselben, nicht will zurechte weisen lassen, dem würde auch hier mit einer weitläuftigern Abhandlung nicht geholfen seyn.

§ 13.

Zum Wachsthum der Naturlehre müssen viele Gelehrte ih-

Aus der Betrachtung so wol des Objects als der Hülfsmittel der Naturlehre wird man einsehen, daß viele Menschen eine lan-

ge

ge Zeit ihren Fleiß vereinigen müssen, wenn etwas merkliches darinnen geleistet werden soll. Denn beydes ist nicht nur weitläuftig, sondern das sonderbarste dabey ist, daß die verschiedenen Hülfsmittel der natürlichen Erkenntniß besondere Kräfte und Geschiklichkeiten erfordern, welche nicht sehr oft in einem Subjecte beysammen sind. Wer in einer Art des Nachdenkens geübt ist, und grosse Fähigkeit hat, der hat sie deswegen nicht auch in der andern, wenn diese von jener wichtige logikalische Unterschiede hat. Und wer zu dem einen Zeit hat, wie denn z. E. bekannt ist, wie viel Zeit vorsichtige Versuche erfordern, dem wird eben hiedurch die Zeit zu andern Untersuchungen, welche vielleicht der Naturlehre eben so wesentlich sind, abgeschnitten. Die Gelehrten müssen demnach hier ohne Neid einander hülfreiche Hand leisten, und keine Art vom Beytrage ist geringe zu achten, sie geschehe durch Nachsinnen über die Ursachen, oder durch Einziehung der Erfahrung, oder durch mathematische Erfindungen und Berechnungen. Es pfleget aber zufälliger Umstände wegen zu geschehen, daß die eine Art bey vielen Leuten mehrern Beyfall als die andere findet, nemlich weil sie etwan iederman begreifflich und angenehmer ist, oder weil nicht so viel Fehler dabey vorzugehen pflegen, oder weil doch die Fehler ohne sonderliche Anstrengung des Verstandes sinnlich gemacht werden können.

ren Fleiß vereinigen.

§ 14.

Wie man in der Naturlehre vorsichtig verfahren soll.

Unsere Erkenntniß von den Ursachen natürlicher Dinge ist gar eingeschränkt, und mehrentheils müssen wir dabey den Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen gebrauchen § 11. Dieses muß uns aber nicht abschrecken, sondern zu desto grösserer Vorsichtigkeit ermuntern, daß wir weder zaghaft noch verwegen sind, und das gewisse, zuverläßige, muthmaßliche und ganz ungewisse gehörig unterscheiden, um uns lieber bewußt zu bleiben, und es zugestehen, was wir nicht wissen, als den Kopf mit leeren Hirngespinsten anzufüllen, iedoch auch nichts ohne Grund unter die Classe der letztern zu rechnen. Damit dieses characteristisch und in Exempeln brauchbar werde, so müssen wir nunmehro theils von den Gründen natürlicher Untersuchungen; theils von der physikalischen Wahrscheinlichkeit ausführlicher handeln.

§ 15.

Dreyerley Arten von Ursachen bey natürlichen Begebenheiten.

Von den Begebenheiten, welche wir an den Körpern wahrnehmen, lassen sich dreyerley Ursachen als möglich denken. Die erste Classe machen diejenigen aus, welche, und wiefern sie, durch die Figur und Lage ihrer Theile wirken, welche **mechanische** genennet werden. Z. E. die sauren Theilchen stechen die Nervenwärtzgen der Zunge, ingleichen zerstossen sie die alcalischen

ſchen Salztheilchen, durch ihre ſpitzige Figur. Die andere Gattung ſind die phyſikaliſchen Urſachen im engern Verſtande, welche auf einer thätigen Bewegungskraft der Materie beruhen, z. E. indem ſich eine angefangene Bewegung fortſetzet. Hiezu kommen drittens die geiſtigen Urſachen, nemlich Thätigkeiten der Geiſter, welche nach gewiſſen Ideen wirken, und Veränderungen in den Körpern verurſachen. Indem wir von geiſtigen Urſachen reden, ſo haben wir theils an Gott, den unendlichen Geiſt, zu gedenken, theils der endlichen Geiſter eingedenk zu ſeyn, welche wiederum entweder die Seelen der Menſchen und Thiere, oder auch noch andere, ſeyn können. Z. E. die Bewegungen der Menſchen und Thiere werden unter andern Urſachen zugleich durch eine gewiſſe Thätigkeit der Seelen verurſachet. Keine von dieſen Urſachen darf man zum voraus ausſchlieſſen, ſondern es muß unterſuchet werden, ob und wo dieſelbigen vorhanden ſind, welches wir nun weiter beſtimmen wollen.

§ 16.

Grundſätze zur Unterſuchung natürlicher Begebenheiten. Es giebt thätige Subſtanzen und Grundthätigkeiten.

Man merke daher folgende Grundſätze:

I) **Man muß ſchlechterdings in der Welt thätige Subſtanzen und Grundthätigkeiten, Metaphyſ. § 81 ꝛc. einräumen.** Denn die bloß mechaniſchen Urſachen ſind an ſich nicht mehr, als ein bloſſer

blosser Grund der Möglichkeit zu gewissen Veränderungen, wie unmittelbar klar ist. Folglich wenn keine thätig wirkende Kräfte dazu kämen; so wären sie eine unzureichende Ursache zu denselben. Da nun alles, was entstehet, seine zureichende Ursache haben muß: so muß auch das wirkliche Daseyn thätiger Ursachen eingeräumet werden. Ferner kan zwar eine Thätigkeit wiederum eine Folge der andern seyn: Allein diese Reihe kan nicht unendlich seyn, Metaphys. § 149, III. Folglich muß es erste Thätigkeiten geben, und daher auch erste Substanzen, welche der Grund zu den Begebenheiten sind, die wir wahrnehmen, weil alle Thätigkeit ein Zustand einer Kraft, die Kraft aber nothwendig in einem Subjecte ist.

§ 17.

Die Grundkräfte endlicher Substanzen müssen aus den Wirkungen erkannt werden, und kommen ihnen durch den Willen des Schöpfers zu.

II) **Die Grundkräfte endlicher Dinge müssen aus ihren Wirkungen erkannt werden, und kommen ihnen nicht aus einem innerlichen Grunde der Nothwendigkeit zu, sondern durch den Willen des Schöpfers, welcher sie ihnen um weiser Absichten willen gegeben hat.** Denn einer endlichen Substanz kommt nicht mehr nothwendig zu als die leidende Bewegungsfähigkeit. Gott aber hat die Kraft, sowol endliche Substanzen hervorzubringen, als auch

ihnen

ihnen gewisse Grundkräfte zu geben, Metaphys. § 42, 351, 364, welches er, weil er weise ist, um gewisser Absichten willen thut. Folglich wenn sie thätige Kräfte haben, so haben sie dieselben durch den Willen Gottes, und es ist ungereimt, auch nur einen andern Grund davon zu verlangen. Einige verwirren sich hierbey dadurch, daß sie gewisse Begriffe nach Belieben zusammen setzen, und hernach, was daraus folget, aus einem innerlichen Grunde der Nothwendigkeit hergeleitet zu haben vermeinen. Dieses wird aber eine hypothetische Nothwendigkeit, welche uns hier nichts nütze ist, da wir nach den absoluten Ursachen natürlicher Begebenheiten fragen, und also aufmerken müssen, was uns die Natur selbst als nothwendig verbunden oder getrennet vorstellet. Doch entschuldige ich hiemit gar nicht, daß einige nach Belieben gewisse Thätigkeiten erdichten, welche der Schöpfer dieser oder jener Materie beygeleget haben soll. Ob sich irgendwo dergleichen mit Grunde annehmen lassen, muß theils aus den metaphysischen Kennzeichen der Grundkräfte und Grundthätigkeiten, Metaphys. § 70 ꝛc. 83, theils aus den sämtlichen Regeln physikalischer Untersuchungen zusammen genommen, beurtheilet werden.

§ 18.

Es müssen thätige Wirkungen der Geister in einander, und in die Materie, und umgekehrt, zugegeben werden.

III) **Es müssen ohne Bedenken thätige Wirkungen der Geister, sowol in einander, als auch in die Materie, gleichwie auch thätige Wirkungen der Materie in die Geister zugegeben werden.** Denn alle Dinge in der Welt stehen in einer realen Verknüpfung, dergleichen aber durch nichts anders möglich ist, **Metaphys.** § 359, 94. Von der Materie ist noch insonderheit zu gedenken, daß sie bloß die Natur eines Mittels hat, die Geister aber der Zweck Gottes sind. Ohne wechselsweise reale Wirkung aber würde sie den Geistern nichts nütze seyn, **Metaphys.** § 363, 463 rc. Auf die Beantwortung der Einwürfe, welche einige hierwider machen, kan ich mich iezo nicht nochmals einlassen, weil solches in der Metaphysik schon ausführlich geschehen ist.

§ 19.

Bey der Erklärung der Wirkungen der Dinge in einander kommt man endlich auf Geseze der Actionen, welche Gott gemacht hat.

IV) **Bey der Erklärung der Wirkungen der Dinge in einander, und der Entstehung gewisser Thätigkeiten in ihnen, muß man zulezt nothwendig auf gewisse Geseze der Actionen kommen, und dabey stehen bleiben, welche Gott selbst gemacht hat, Metaphys.** § 360, 365. **Log.** § 185, rc. Jedoch muß solches nicht zu frühzeitig oder den Kennzeichen der Grundkräfte und Grund-

Grundthätigkeiten, Metaphys. § 70 rc. 83 zuwider geschehen, es wäre denn, daß man die gefundenen Regeln auch nicht vor erste, und Grundgesetze der Actionen, ausgäbe. Denn ein endliches Ding kan in das andere nicht anders als durch Bewegung wirken, Metaphys. § 362, rc. Hierdurch aber ist nicht mehr als die Veränderung des Ortes des andern möglich, zu welcher es nemlich, vermöge der Inpenetrabilität endlicher Substanzen determiniret wird. Wenn daher über dieses gewisse Thätigkeiten in jenem verursachet werden sollen; so müssen die in seinem Subjecte befindlichen Kräfte nur an diese Bewegung des Subjects als an eine Bedingung gebunden seyn. Diese Verbindung aber ist nicht nothwendig, sondern richtet sich nach den göttlichen Absichten. Daher ist in dem Willen Gottes der wahre Grund davon zu suchen, und nur die Existenz derselben, aus den Wirkungen zu erkennen und richtig zu beweisen. Man begreiffet auf gleiche Weise, daß, wenn in einem Subjecte mehrere Grundkräfte beysammen sind, wodurch dasselbe zu gewissen Absichten Gottes geschickt seyn soll, auch die Wirksamkeit der einen Kraft an die Wirksamkeit der andern als an eine Bedingung verknüpft seyn muß. Wenn man zur Unzeit Grundkräfte und Gesetze der Actionen erdichtet, so entstehet eine so genann-

Was von Qualitatibus occultis zu halten ist.

nannte Qualitas occulta, nemlich vitiosa. Den letztern Zusatz mache ich mit Bedacht, weil nicht alle unbegreiffliche Eigenschaften zu verwerfen sind, wenn sie nur erweislich sind, und nicht zu frühzeitig vor Grundkräfte oder Grundgesetze der Actionen ausgegeben werden. Es ist nicht zu leugnen, daß manche Gesetze der Neuern denen scholastischen Qualitatibus occultis an Dunkelheit und Unbrauchbarkeit nichts nachgeben, und daß sie also, wenn sie gleich sehr auf die Qualitates occultas schmälen, doch nur die alten mit neuen vertauschet, und das Wort verändert haben. Wir werden im folgenden Exempel davon finden. Wie weit man gehen müsse, ohne durch Annehmung gewisser Grundsätze in Qualitates occultas zu verfallen, ist zwar freylich eine Sache, welche in den meisten Fällen auf Postulatis beruhet. Allein eben deswegen kan auch ein Kenner die Stärke des Nachsinnens, welche iemand besitzet, dabey am leichtesten kennen lernen; gleichwie man sich im Gegentheil muß gefallen lassen, daß auch die richtigste Theorie von iedwedem nach Proportion seiner Fähigkeit beurtheilet, und daher der Dunkelheit oder Unrichtigkeit auch wohl ohne Grund beschuldiget wird.

§ 20.

Die mechanischen und physikali-

V) **Zur Erklärung der körperlichen Wirkungen müssen die mechanischen und**

und physikalischen Ursachen beständig zusammen genommen werden. Denn weil die Körper nothwendig eine Figur haben, und auch aus lauter solchen Theilen bestehen, welche dergleichen haben, Metaphys. § 119; und doch nicht anders als durch Bewegung wirken, so hat die Bestimmung ihrer Figur nothwendig in die Wirkung einen Einfluß. Doch weil dieselbe allein ohne dazukommende thätige Kraft keine Veränderung verursachen könte § 16; so muß beydes zusammen genommen werden. Daher ist der Grund der Wirkungen der Körper theils in ihrer Structur; theils in der thätigen Kraft ihrer Theile zu suchen. Wenn man daher etwas eine bloß mechanische Ursache nennet, so geschiehet es nur, wiefern man einen mechanischen Effect davon betrachtet. Gleichermassen heisset eine bloß physikalische Ursache eines Effectes nur eine solche, an welcher dasjenige, was durch die Figur und Lage der Theile determiniret wird, nicht bekannt ist, oder doch nicht betrachtet wird: daher man den Effect nur der thätigen Kraft dieser oder jener Materie zuschreibet, dergleichen ist z. E. die Schwere.

schen Ursachen müssen zusammen genommen werden.

§ 21.

VI) Wenn man von einer Wirkung nur die nächsten Ursachen erklären will; so muß man doch theils dar-

Wenn man nur die nächsten Ursachen an-

giebt, so müssen es doch wirkende Ursachen, und solche seyn, die nicht schwerer, als der Effect, sind.

darauf sehen, daß man in der That auf wirkende Ursachen, und nicht auf blosse Generalbegriffe, kommt; theils daß man nicht die Möglichkeit der entfernten Ursachen aufhebet, oder schwerer machet. Mit dem letztern will ich so viel sagen, man muß nicht eine Ursache annehmen, welche schwerer, als der zu erklärende Effect selbst, ist, oder zu welcher keine fernere Ursache in der Welt vorhanden ist, welches sich mit Gewißheit oder Wahrscheinlichkeit kan erkennen lassen. Einige drücken es also aus, die Ursache müsse einfacher als ihre Wirkung seyn. Die Regel brauchet keines Beweises. Deñ es ist in beyden Fällen unmittelbar klar, daß der Zweck physikalischer Untersuchungen sonst gänzlich verfehlet wird. Es wird aber wider dieselbe ungemein oft verstossen. Z. E. wenn einige die Veränderungen der Körper aus einer blossen Vi Inertiæ herzuleiten vermeinen, vermöge welcher der Körper in dem Zustande verbleiben soll, darinnen er ist, er mag nun in Bewegung, oder in Ruhe, seyn, so lange bis er durch etwas anders daraus versetzet wird; so hat man hiermit keine wirkenden Ursachen, sondern bloß einige Generalbegriffe, angegeben. Man bringet nemlich die Zustände des Körpers unter die beyden Genera Bewegung und Ruhe, und nimmt den zu erklärenden Effect selbst, da bald das eine, bald das

andere

andere, erfolget, fortdauret und abwechselt, unter eine beqveme Regel zusammen. Zu dieser setzet man den Begriff der Kraft überhaupt, nennet sie die Kraft der Trägheit, und abstrahiret also nochmals einen Generalbegriff, aus welchem der Effect nicht verstanden werden kan, ja welcher sich gar nicht einmal als eine physikalische Kraft denken lässet. Denn die Bewegung ist eine positive Veränderung; und dieses ist sie in allen Puncten der Zeit und des Raumes, daher sie in iedwedem eine thätige Ursache haben muß. Die Ruhe aber brauchet dergleichen nicht, sondern erfolget eben dadurch, wenn keine Ursache zur Bewegung da ist, oder wenn dieselbe aufhöret. Ist denn nun hiermit dem Verlangen unserer Wahrheitsbegierde Gnüge geschehen, welche vermöge des Wesens unseres Verstandes genöthiget ist, nach einer thätigen Ursache zu fragen, wenn man einen Generalbegriff, welcher allezeit ein Theil von seinen Speciebus ist, abstrahiret, und die Speciem daraus wieder subsumiret, das ist, den Theil zu seinem Ganzen wieder hinzusetzet, da man doch eine Ursache entweder von dem Theile oder von dem Ganzen wissen wolte? Man muß also auf den Unterschied der Causal- und Existential-Abstraction, Log. § 96, 97 aufmerksam seyn, und zusehen, daß man einen deutlichen Causal-Zusammenhang, und auch so beqvem als

möglich, findet, da der Effect nicht nur subsumiret, oder als ein Theil aus seinem Ganzen herausgenommen wird, sondern da er aus seinem Grunde durch die Idee des Verursachens als ein posterius, iedoch als etwas wesentlich daran verknüpftes, begriffen werden kan. Wenn der andere Fehler begangen, und eine Ursache angenommen wird, welche schwerer als die Wirkung selbst ist: so geschiehet es entweder auf die Weise, daß es wahrscheinlich oder gewiß ist, daß keine ferneren Ursachen zu demjenigen, was man in der angenommenen nächsten Ursache setzet, und so, wie es diese erfordert, in der Welt vorhanden sind; oder man kan sonst anders woher erweisen, daß die angenommene Ursache selbst in der Welt nicht vorhanden ist, obgleich der Effect, wenn man sie setzen dürfte, noch so begreifflich wäre, z. E. so giebt es manche, welche vieles aus einer ursprünglichen krummlinichten Bewegung des Ætheris mit einer scheinbaren Deutlichkeit herleiten. Allein die Ursache ist deswegen schwerer, als die Wirkung, weil keine krummlinichte Bewegung ursprünglich seyn kan, Metaphys. § 410. Es wird an seinem Orte gezeiget werden, daß die anziehende Kraft der Newtonianer, wenn sie eine physikalische seyn soll, ebenfalls unmöglich, und daher, was dadurch erkläret wird, noch nicht physikalisch erkläret ist. Rogerus Cotes

Cotes, der sie doch dafür annimmt, machet selbst Instanzen wider solche Erklärungen in der Physik, da die Ursache schwerer als die Wirkung ist *, z. E. wenn iemand spräche, alle Planeten hätten eine Atmosphäre, die sich vermöge ihrer Natur um die Sonne bewegte, und den Planeten mit herum führte; oder wenn iemand die parabolische Bewegung eines geworfenen Steines von der parabolischen Bewegung einer unsichtbaren Materie ableitete. Er siehet aber vermuthlich deswegen nicht, daß die anziehende Kraft in dem Verstande, wie er sie vertheidiget, diesen Exempeln im Grunde ähnlich ist, weil in derselben eine Ursache nicht vor einzelne, oder wenige, Fälle, sondern vor alle Körper, angenommen wird. Allein ist eine Erdichtung deswegen besser, weil das Object, darauf man sie anwenden will, von grösserm Umfange ist? Auf gleiche weise ist in des berühmten Johann Bernoulli Erklärung von der Bewegung der Weltkörper ** die Ursache vor schwerer als die Wirkung zu halten, ungeachtet er, wenn man ihm seine angenommenen Sätze einräumet, sehr viele Umstände mit einer be-

* in praefat. ad If. Newtoni philof. nat. princip. math. pag. 25, 26, edit. Genevenf.

** nouvelle Physique celeste Tom. III, opp. n. 146.

wunderswürdigen Scharfsinnigkeit daraus zu erklären weiß. Denn, daß ich nur dieses einzige erwähne, wenn man mit ihm setzet, daß sich die Sonne um ihren Mittelpunct drehet, und hiedurch der Wirbel, welcher mit ihr ein Continuum ausmachet, auch gedrehet wird, welche Bewegung hernach der Bewegung der Planeten ihre Direction giebt; so scheinet in der Welt keine natürliche Ursache mehr übrig gelassen zu seyn, welche die Wirbel-Bewegung der Sonne selbst verursachen kan.

§ 22.

Doch ist der mathematische und physikalische Endzweck bey den Untersuchungen der Körper nicht zu verwirren.

Dieses ist noch bey der ietzt erklärten Regel zu erinnern, daß man doch bey der Untersuchung der Körper und ihrer Veränderungen den mathematischen und physikalischen Endzweck der Untersuchungen nicht mit einander verwirren muß. Unsere Regel handelt von dem letztern, und will, daß man bey derselben, auch wo man nur auf die nächsten Ursachen gehen will, doch allezeit solche angebe, davon es begreifflich ist, daß sie nicht eben so schwer, oder noch schwerer, als der zu erklärende Effect selbsten sind. Zu einer mathematischen Kraft aber ist es schon genug, wenn sie eine beqveme Art der Vorstellung eines Effectes ist, welcher vorhanden ist, und dazu man also auch weiß, daß eine Ursache in der Welt da ist, von welcher man die

die Beſtimmungen der Größe unterſuchen will, ihr Weſen beſtehe auch, worinnen es wolle. Mit dieſer Vorſichtigkeit kan man auch dergleichen Begriffe von Kräften in der Naturlehre ſelbſt gar wohl brauchen, wenn man ſich nur bewußt bleibet, daß man die wahren wirkenden Urſachen noch nicht weiß, und unterdeſſen durch eine ſolche Vorſtellung die Regeln, nach denen ſich die Effecte richten, erläutern kan, z. E. wenn man ſich die Urſache der Ebbe und Fluth als eine anziehende Kraft des Monden vorſtellet. Es gehet dieſes nemlich in ſo ferne an, wiefern man verſichert ſeyn kan, daß etwas in der Natur vorhanden iſt, welches der angenommenen Kraft im Effecte gleichgültig iſt. Daher muß man auch vorſichtig ſeyn, die Anwendung derſelben nicht weiter auszudehnen, als wo man dergleichen Verſicherung haben kan. Z. E. Wenn in einer gewiſſen Diſtanz ſich eine anziehende Kraft nach einer beſtimmten Regel äuſſert; ſo folget noch nicht, daß ſich eben dergleichen in einer ieden Annäherung und Entfernung nach Vorſchrift dieſer Regel äuſſern werde. Denn weil doch in der That keine anziehende Kraft, ſondern nur in dieſem Falle etwas ihr gleichgültiges da war; ſo iſt man nicht ohne beſondere Unterſuchung verſichert, ob die wahren Urſachen des Effectes auch in andern Fällen derſelben

gleichgültig seyn werden, weil sie vielleicht anderswo mit ganz andern Ursachen in Verknüpfung stehen, welche sie einschränken und anders modificiren können. Z. E. Man kan dieses mit dem vergeblichen Einfalle erläutern, da sich einige wegen der Gesetze der anziehenden Kraft vorgestellet haben, daß ein Comet, wenn er der Erde zu nahe käme, sie mit hinweg führen, und sich einen Mond daraus machen könnte, oder daß die Erde ihm seinen Schweif abnehmen könnte, und daß vielleicht der Ring Saturni eine solche abgenommene Beute sey. Denn gesetzt, es ließe sich dieses alles aus den angenommenen Gesetzen der anziehenden Kraft herleiten; so wird man doch, wenn man den möglichen physikalischen Ursachen nachsinnet, wodurch dasjenige bewirket wird, wovon die anziehende Kraft nur eine bequeme Vorstellung ist, ganz wahrscheinlich sehen, daß dieselben dergleichen Vermuthungen nicht gestatten. Ja wenn man auch dieselben noch nicht weiß; so kan man schon deswegen keinen solchen Schluß machen, weil es wenigstens eben so leicht möglich ist, daß die wahren physikalischen Ursachen entweder keine allzugrosse Annäherung der Weltkörper zulassen, oder daß sie sich auch alsdenn nicht mehr nach den Regeln würden richten können, denen sie ietzo folgen. Newton selbst hat seine anziehende Kraft

nicht

nicht vor eine physikalische ausgegeben, sondern sie hat nur nach seiner Absicht eine mathematische seyn sollen *.

§ 23.

Aus einer angegebenen Ursache müssen, wenn sie zureichend seyn soll, alle Umstände des Effectes verständlich seyn, oder wenigstens darf keiner damit streiten.

VII) Wenn eine angegebene Ursache zu einem Effecte eine zureichende seyn soll: so muß man daraus nicht nur den Effect überhaupt, oder eins und das andere davon als möglich begreiffen können; sondern es müssen auch die Unterschiede, Stuffen und sämtlichen Umstände desselben daraus entweder verständlich seyn, oder doch wenigstens nicht damit streiten. Es erhellet solches unmittelbar aus

* *praefat. ad philos. nat. princ. math.* pag. 12: Vtinam caetera naturae phaenomena ex principiis mechanicis eodem argumentandi genere deriuare liceret. Nam multa me mouent, vt non nihil suspicer, ea omnia ex viribus quibusdam pendere posse, quibus corporum particulae *per causas nondum cognitas* vel in se mutuo impelluntur, vel ab inuicem fugantur & recedunt. & *Lib. I* pag. 11: *Mathematicus* duntaxat est hic conceptus (virium motricium, acceleratricium &c.). Nam virium *causas & sedes physicas* iam non expendo. - - - Vnde caueat lector, ne per huius modi voces (attractiones, impulsus &c.) cogitet, me *speciem vel modum actionis causamve aut rationem physicam* alicubi definire.

aus dem Begriffe einer zureichenden Ursache. Z. E. weil die Festigkeit, mit welcher die Magdeburgischen Halbkugeln zusammenhangen, wenn die Luft ausgepumpt worden, mehr beträgt als der Druck, den die Luft verursachen kan; so siehet man daraus, daß noch eine andere Ursache, nemlich die allgemeine Ursache der Cohäsion, mit wirket.

§ 24.

Wenn mehrere Ursachen zu etwas erweislich sind; so müssen sie bey dem Effecte überhaupt zusammen genommen, und in einzelnen Fällen besonders untersuchet werden, welche daselbst die wahre ist.

VIII) Wenn zu einer Wirkung mehrere Ursachen hinlänglich, oder gar in gleichem Grade, erweislich sind; so muß man nicht nur eine als real annehmen, wenn gleich der Effect daraus noch so verständlich ist: sondern es sind, wenn man von dem Effecte überhaupt redet, sämtliche Ursachen zu verbinden; in einzelen Fällen aber ist iedesmal besonders zu untersuchen, welche, und wie viele darunter, daselbst anzunehmen sind. Denn die Ursachen müssen um ihres Beweises willen als real zugegeben werden. Warum solte also eine mit Ausschliessung der andern angenommen werden, wenn sie in gleichem Grade erweislich sind? Oder gesetzt, daß auch die Beweise nicht beyderseits von einerley Art, oder gleicher Stärke, wären; so ist doch zu bedenken, daß schon ein gewisser Grad der Erweislichkeit uns hin-

hinlänglich verbindet, etwas als real gelten zu lassen. Daher kan diese Verbindlichkeit dadurch nicht aufhören, daß die Realität einer andern Ursache auch noch stärkere Gründe zum Ueberflusse hat, weil hiemit die Ursachen einander nicht widerstreiten. Die stärkern Beweisgründe entkräften nur die schwächern, wenn die Sätze einander opponirt sind. Hier aber entstehet gar keine Opposition, wenn man saget, daß zu einerley Wirkung mehr als einerley Ursache seyn kan. Aus diesem Grunde müssen oft verschiedene Meynungen der Naturlehrer zur Erklärung einer einzigen Wirkung zusammen genommen werden, welchen Fall man aber nicht mit der philosophischen Synkretisterey zu verwirren hat, da man widerstreitende, oder doch unerweisliche, Meinungen zusammen nimmt, weil man den Streit derselben, oder den Unwerth der einen, nicht einsiehet, und solchergestalt am leichtesten davon zu kommen vermeinet, z. E. die Ausdünstungen der Körper sind durch vielerley Wege begreifflich, welche auch richtig erwiesen werden können. Daher müssen diese zusammen genommen werden.

§ 25.

Es giebt ausser den Seelen der Menschen und

IX) Daß es ausser den Seelen der Menschen und Thiere noch andere Geister giebt, welche auch auf dem Erd-

Thiere noch andere Geister, welchen man die Wirkungen zuschreiben muß, welche andern Ursachen ohne Ungereimtheit nicht zugeschrieben werden können.

Erdboden geschäftig seyn können, und zwar solche, welche uns an Verstand und Macht übertreffen, ist nicht nur eine reale Möglichkeit, sondern es ist auch aus der blossen Vernunft sehr wahrscheinlich; daher man auf dieselben in der Beurtheilung der natürlichen Begebenheiten mit zu rechnen kein Bedenken haben, sondern ihnen die Wirkungen zuschreiben muß, welche ihrem Begriffe gemäß sind, und andern Ursachen ohne Ungereimtheit nicht zugeschrieben werden können. Denn erstlich ist gar kein Grund vorhanden, warum wir die einzigen vernünftigen Geister seyn solten: und gleichwie uns die Vergrösserungsgläser und Fernröhre zeither Körper haben kennen lernen, davon man zuvor nichts gewußt hat, was ist es zu verwundern, wenn es auf der Welt auch noch andere Geister giebt, welche um und neben uns wirken, ob wir sie wol nicht empfinden, oder mit ihnen in Gesellschaft treten können? Hiezu kömmt noch dieses als ein Hauptgrund, daß wir gewiß von den Werken Gottes das allerwenigste erkennen, ich will nicht sagen in der ganzen Welt, sondern auch hier auf dem Erdboden, auf welchem doch die Menschen die edelsten unter den sichtbaren Geschöpfen sind. Nun wäre es wohl unvernünftig

zu sagen, daß Gott so viele Millionen vortreffliche Werke geschaffen haben solte, ohne daß sie von iemanden erkannt würden. Es müssen also andere vernünftige Geister seyn, welche sie erkennen, und eben deswegen müssen uns auch dieselben an Einsicht und Macht weit übertreffen, und die Gesetze ihrer Empfindung und Erkenntniß müssen weit vollkommener, als die unsrigen, seyn. Man kan hierauf ferner Schlüsse bauen und urtheilen, daß, weil alle vernünftige Geister von Gott mit Freyheit begabt, und zu einer moralischen Tugend erschaffen werden, Metaphys. § 477, auch unter denselben eben sowol gute und böse seyn können, als es unter den Menschen tugendhafte und lasterhafte giebt, und daß auch Gott denen lasterhaften in der sichtbaren Welt allerley böse Anschläge auszuführen eben sowol verstatten kan, als wir sehen, daß er zulässet, daß böse Menschen in dem Bezirke, welcher ihrer Macht unterworfen ist, allerley böses ausüben, dabey sich von sich selbst verstehet, daß er sie durch seine Vorsehung zu rechter Zeit einschränken wird, wie er es auch bey den Menschen zu thun pfleget. Es ist aber freylich eine andere Frage, in welchen Fällen man auf die Wirkung dergleichen Geister schliessen kan, und es muß solches iedesmal aus den Umständen mit Hinzunehmung der allgemeinen Regeln der Vernunft

Dieselben können gute und böse seyn.

nunftlehre und physikalischer Untersuchungen beurtheilet werden. Z. E. bey der Vorhersagung künftiger Begebenheiten, wo dieselbe nicht durch Schlüsse hat geschehen können, und wo sie auch mit Vernunft keinem ungefehren Zufalle zugeschrieben werden kan, hat man deswegen nicht Grund, der menschlichen Seele eine natürliche Kraft zu weissagen anzudichten, welche nicht nur ganz unbegreifflich ist, sondern auch der Analogie derer von der Seele unleugbar bekannten Kräfte und Wirkungen zuwider läuft. Noch weniger darf man abergläubische, und an sich dazu unfähige, Dinge als Vehicula und Bedingungen von der Wirksamkeit einer solchen Kraft ansehen. Denn was hat man denn vor Ursache einem Dinge etwas zuzuschreiben, welches sich mit dem erweislich gewissen Wesen desselben nicht vergleichen lässet, so lange andere und begreifflichere Ursachen davon angegeben werden können, deren Möglichkeit real, oder deren Existenz gar zuverläßig oder gewiß ist. Es ist vielmehr höchst vernünftig, dieselben andern mächtigern Geistern zuzuschreiben. Ob dieselben böse oder gute sind, oder ob es vielleicht gar Gott selbst ist, müssen die Umstände geben, und es ist ietzo zu weitläuftig genauer davon zu handeln. Wenn man die Einwürfe, welche einige darwider machen, nach der Logik scharf untersuchet; so

ſo kommen ſie ſo läppiſch heraus, daß man ſich verwundern muß, wie es einige zeither vor etwas freymüthiges und philoſophiſches haben anſehen können, keine erſchaffenen mächtigern Geiſter, als wir ſind, zu glauben. Vielleicht hat der Misbrauch, den die Leichtgläubigkeit mit dieſer Lehre getrieben hat, ſie verführet. Bey einigen iſt auch wohl die Freygeiſterey, der Materialismus, und die übele Geſinnung gegen die heilige Schrift die Urſache davon, weil ſie ſich fälſchlich überredet haben, als ob die Lehre von den Engeln und Teufeln bloß von der heiligen Schrift ihren Urſprung habe, da doch die Hiſtorie lehret, daß alle Völker auf der Welt mächtigere gute und böſe Geiſter geglaubet, und auch allerley Wirkungen zum Beweis davon vorgebracht haben, aus denen ſich allerdings mit Grunde darauf ſchlieſſen läſſet, wenn man nicht unbilliger weiſe kurzen Proceß machen, und der Hiſtorie einen vernunftmäßigen Beyfall verſagen will.

§ 26.

Man muß nicht göttliche Wunderwerke in der Welt zum voraus ausſchlieſſen.

X) Noch weniger hat man Urſache die göttlichen Wunderwerke in der Welt, Metaphyſ. § 374 ꝛc. gleich im voraus auszuſchlieſſen, oder ſich einzubilden, daß alles, was wirklich geſchieht, nothwendig durch bloß natürliche Urſachen geſchehe. Denn

Gott kan vielerley weise Ursachen haben, warum er sich bey gewissen Umständen durch unmittelbare Thätigkeit in der Welt geschäftig erweisen will. Ja da es überhaupt zwey oberste Wege giebt, wie sich Gott seinen Geschöpfen zu erkennen geben kan, nemlich in dem ordentlichen Lauffe der Natur, und durch die übernatürlichen Thätigkeiten; so ist gar kein Grund vorhanden, warum Gott nur den einen erwählen, und nicht alle oberste Classen der Vollkommenheit in eine Welt, die er erschaffet, bringen solte. Spricht man etwan, es streite solches mit der Weisheit Gottes, weil bey Setzung des einen Weges hernach der andere unnöthig sey; so antworte ich erstlich, daß man dieses nicht erweisen kan, weil ja der eine Weg zu Endzwecken dienen kan, dazu der andere nicht geschickt war. Wenn aber auch dieses nicht wäre, so hätte man doch nicht Ursache den andern zum voraus auszuschliessen, sondern man müßte a posteriori Achtung geben, ob derselbe irgendwo vorkäme. Denn da Gott die Welt zur Offenbarung seiner Eigenschaften gemacht hat; so ist auch schon die Mannichfaltigkeit seiner Wege der Offenbarung an sich selbst ein vortreffliches Mittel, den Reichthum seiner Macht und Weisheit kund zu thun. Die ausführlichere Abhandlung von den Wunderwerken und Kennzeichen derselben

selben muß man in der Metaphysik suchen.

§ 27.

XI) Man verwirre nicht die physikalische Betrachtung, da man die Gründe untersuchet, wodurch etwas möglich ist, mit der historischen Nachricht, da man wissen will, wie es wirklich damit zugegangen ist. Denn öfters sind mehrere Wege möglich, wie etwas hätte geschehen können. Wie es dahero wirklich geschehen ist, muß entweder durch disjunctivische Schlüsse ausgemacht werden, vermöge welcher man alle mögliche Ursachen aus einander setzet, und hernach alle bis auf eine einzige in einem gewissen Falle hinweg schaffen kan; oder man muß historische Nachricht davon haben. Wer daher in einer Sache, wo es auf historische Nachrichten ankommt, es durch eine physikalische Erklärung aus hinlänglichen Gründen der Möglichkeit auszumachen gedenket, der bringet nicht mehr als eine bloße Muthmaßung vor. Wer aber eine solche bloß mögliche Erklärung glaubwürdigen historischen Nachrichten, die vorhanden sind, vorziehet, der handelt offenbar wider die Vernunft. Dieses kan man z. E. bey der Beurtheilung derer jenigen philosophischen Meinungen brauchen, welche von dem Ursprunge der Welt, oder insonderheit von dem Ursprun-

Man verwirre nicht die Untersuchung der Gründe, wie etwas möglich ist, mit der historischen Nachricht, wie es damit zugegangen.

ge der Erdkugel oder der Figur und Bewegung der Weltkörper auf dem Tapete gewesen sind. Wir haben davon die unumstößlich bestätigte Nachricht in der heiligen Schrift, und die Art und Weise, wie Gott dabey verfahren hat, ist eine bloß historische Sache. Daher ist es eben so thöricht, den Nachrichten der heiligen Schrift eine philosophische Vermuthung entgegen zu setzen, oder vorzuziehen, als es thöricht seyn würde, den Ursprung einer Stadt oder eines Reiches aus möglichen Muthmaßungen, mit Uebergehung der historischen Nachrichten davon, herzuleiten. Wenn man daher in solchen Fällen sich genau an die heilige Schrift hält; so ist solches keine Vermengung der Offenbarung mit der Vernunft, oder eine so genannte μετάβασις εἰς ἄλλο γένος, sondern es kommt nur solchen Leuten also vor, welche verworrene Begriffe zur Unterstützung ihres Eigensinnes gebrauchen.

§ 28.

Was durch richtige Vernunftgründe erwiesen ist, das ist nicht überhaupt ungewisser, als was durch Erfahrungen sinnlich gemacht werden kan.

Nun muß ich auch noch einige Grundsätze beyfügen, welche insonderheit die Art der Erkenntniß betreffen, welche man von physikalischen Dingen haben kan. Man merke daher: XII) **was durch richtige Vernunftgründe erwiesen ist, das ist nicht überhaupt ungewisser, als was durch Erfahrungen sinnlich gemacht werden**

werden kan. Denn die Gewißheit der Erfahrungen selbst gründet sich auf eben die obersten Kennzeichen der Wahrheit, aus welchen alle richtige Arten zu denken ihre Gewißheit erlangen, Log. § 434 rc. Es ist nur der Unterschied dabey, daß sich in einer langen Reihe des Nachdenkens leichter etwas versehen lässet, als bey der Erfahrung, daher nur allzu oft unrichtige Beweise mit richtigen verwirret werden; und ferner, daß die blossen Erfahrungen auch schon deswegen angenehmer sind, weil man sich dabey mehr leidend verhält, und keine sonderliche Anstrengung der Verstandeskräfte oder Uebung in den Wissenschaften dazu erfordert wird. Mit Grunde aber kan man daraus nicht mehr folgern, als daß man bey Vernunftschlüssen desto vorsichtiger seyn muß, um keinen Fehler dabey zu begehen. Wenn es daher gleich wahr wäre, was einige fälschlich vorgeben, daß man z. E. die Wirklichkeit des Aethers oder der Lebensgeister durch keine Versuche beweisen könte; so würden die Klagen dererjenigen doch noch nicht gerechtfertiget seyn, welche sich wegen vermeinter Ermangelung der Versuche beschweret haben, daß man diese Dinge ohne Beweis annähme. Man siehet vielmehr daraus nur so viel, daß dergleichen Leute durch die so sehr eingerissene Gewohnheit

falscher Schlüsse im Nachsinnen sind furchtsam gemacht worden.

§ 29.

Ein Satz ist in der Naturlehre nicht nothwendig unbrauchbar oder ungewiß, wenn er nicht geometrisch bewiesen wird.

Auf gleiche Weise verstehet man XIII) daß ein Satz deswegen nicht nothwendig in der Physik unbrauchbar, ja nicht einmal weniger gewiß zu seyn brauchet, weil er etwan nicht geometrisch erwiesen wird. Denn ob gleich ein ieder Vernünftiger die geometrischen Beweise hoch schätzen, und mit Danke annehmen wird, wo sie zu haben sind: so ist doch theils in der Vernunftlehre erwiesen worden, daß die moralische Gewißheit der geometrischen nicht allezeit nachzusetzen ist; theils erhellet auch aus anderen Gründen, und es wird im folgenden klärer werden, daß wir nach unsern Umständen mit einem geringern Grade der Gewißheit gar oft eben so wol zu frieden zu seyn, und darnach zu handeln verbunden sind. Hiezu kommt noch, daß gar oft auch durch schwache Wahrscheinlichkeiten und bloße Muthmaßungen dennoch zu weiterer Untersuchung und zu endlicher Erfindung einer Gewißheit der Weg gebahnet worden. Daher sind dieselben schon deswegen aus der Naturlehre nicht zu verbannen, iedoch die unterschiedenen Arten der Sätze genau zu unterscheiden.

§ 30.

§ 30.

XIV) Man verwirre nicht die Vollſtändigkeit der Erkenntniß, oder die anſchauende Deutlichkeit, welche man von einer Sache haben kan, mit der Gewißheit derſelben. Es gehöret hieher die Lehre von der anſchauenden und ſymboliſchen Erkenntniß aus der Log. § 184 ꝛc. Die Gewißheit hat ihre beſondern Kennzeichen, und kan ohne eine anſchauende Erkenntniß von dem innerlichen Weſen eines Dinges vorhanden ſeyn. Es kan ſeyn, daß man von einer Sache ſehr wenig erkennet, und daß doch dasjenige, was man davon erkennet, vollkommen gewiß, oder doch zuverläßig, iſt. Es wird aber die Vollſtändigkeit der Erkenntniß mit der Gewißheit gar oft verwirret, und darauf gründen ſich ſo viel unvorſichtige Klagen, als ob uns von dem Weſen der Subſtanzen, der Kräfte und der Bewegungen alles unbekannt wäre: wozu noch kommt, daß dergleichen Leute unter das völlig unbekannte vielmal dasjenige rechnen, was nur ihnen nach ihren Umſtänden nicht bekannt geworden, oder wovon ſie wegen gewiſſer Vorurtheile und übler Angewöhnung den wahren Werth einzuſehen nicht vermögen.

Die Vollſtändigkeit der Erkenntniß und anſchauende Deutlichkeit iſt nicht mit der Gewißheit zu verwirren.

§ 31.

Daraus folget: XV) Daß auch eine unvollſtändige Erkenntniß von dem

Eine unvollſtändige, aber hinläng-

lich erwiesene Erkenntniß von dem Wesen und den Eigenschaften einer Sache kan zu einer deutlichen und gewissen Erkenntniß vieler andern Dinge gebrauchet werden.

Wesen und den Eigenschaften einer Sache, wenn sie nur ihren gehörigen Beweis vor sich hat, dennoch zu einer deutlichen und gewissen Erkenntniß sehr vieler andern Dinge gebrauchet werden kan. Denn warum solten die Folgerungen nicht gewiß genug seyn können, wenn ihre Gründe gewiß sind? Und selbst zu einem Schlusse der vollkommenen Causal-Abstraction ist genug, wenn der Effect aus denen zum Grunde gelegten Datis von gewissen Ursachen, durch lauter unmittelbare Sätze begriffen werden kan, Log. § 346. Daher kan man die Causalverknüpfung einer Wirkung mit ihren Ursachen deutlich erkennen, wenn man gleich nicht das ganze Wesen der Ursachen verstehet; wenn man nur dasjenige mit Gewißheit erkennet, was man zu dem Schlusse brauchet. Man verwirret hier oft mit den Gesetzen des Verstandes den blossen Wunsch unserer Wahrheitsbegierde, welche nach der Vollkommenheit der Erkenntniß strebet, da doch die Gewißheit der Erkenntniß bloß auf jenen beruhet.

§ 32.

Die logikalischen Schwierigkeiten sind mit den blossen Lücken in unserer Er-

Man kan deswegen auch noch als einen besondern Satz anmerken, XVI) daß man die logikalischen Schwierigkeiten bey einer Sache mit den bloßen Lücken in unserer Erkenntniß nicht ver-

verwirren muß. Eine Lücke in unserer Erkenntniß entstehet, wenn wir zu einer a posteriori bekannten Sache den Realgrund nicht wissen; oder wenn wir zu zwey Begriffen, welche wir als getrennt oder verbunden erkennen, die Zwischen-Ideen nicht einsehen, daraus die Trennung oder Verbindung begreifflich seyn würde. Hingegen eine logikalische Schwierigkeit entstehet, wo ein Streit mit den Kennzeichen der Wahrheit vorkommt, welcher ganz etwas anders ist, als der bloße Mangel einer vollständigen Einsicht, wie die Vernunftlehre § 539 ꝛc. zeiget. Es ist ungemein schädlich, diese beyden Dinge zu verwirren. Denn alsdenn unterstehen sich einige, diejenigen Meinungen, welche mit den logikalischen Kennzeichen der Wahrheit streiten, und daher gewiß falsch sind, unter dem Vorwande zu entschuldigen, daß auf der entgegen gesetzten Seite, eben so wol unauflösliche Schwierigkeiten übrig blieben, ungeachtet dieselben keine logikalischen Schwierigkeiten wider die Wahrheit ausmachen, sondern nur eine unvollständige Einsicht in die Beschaffenheit der Dinge beweisen. Z. E. einige meinen, daß sie mit eben so gutem Rechte die Erzeugung der Menschen und Thiere durch eine Vermischung von zweyerley Saamen annehmen könten, als andere dieselbe durch eine Präformation erklären, weil auch die letz-

Kenntniß nicht zu verwirren.

tern die Schwierigkeit behielten, daß man sich die präformirten Körper in einer so erstaunenden Kleinigkeit nicht vorstellen könne. Allein der Unterschied zwischen diesen beyden Meinungen ist sehr groß. Daß wir uns die Kleinigkeit der präformirten Körper nicht deutlich vorstellen können, ist vor keine logikalische Schwierigkeit zu halten. Denn dieses kan ja wenigstens eben so leicht an der Grobheit unserer Sinne liegen, von denen sich gleichwol unsere Erkenntniß anfängt. Und ist es denn nicht völlig willkührlich gewesen, wie subtil Gott unsere Sinne hat einrichten wollen, und hätte er nicht eben so leichte Geschöpfe machen können, in deren Augen die ganze Erdkugel, dasjenige wäre, was in unsern Augen ein Sandkorn ist? Hingegen ist es eine logikalische Schwierigkeit, die Bildung eines so unbeschreiblich regulären Körpers, als der unsrige ist, ohne eine verständige Ursache zu erdichten. Denn wie viel Dinge müßten dabey von ungefehr zusammen treffen, und wie viel schlechterdings undenkliche und mit den bekannten Eigenschaften der Materie streitende Dinge müßte man dabey annehmen? Daher ist eine solche Erzeugung der Menschen und Thiere eine moralische Unmöglichkeit, welche hier so groß ist, daß sie einer geometrischen gleich zu achten, weil sie mit den Kennzeichen des Wahrscheinlichen, in iedem

dem Exempel viele Millionenmale streitet Log. § 410, 417.

§ 33.

Von der physikalischen Wahrscheinlichkeit.

Erklärung des Vorhabens.

Weil das meiste in der Naturlehre durch den Weg der Wahrscheinlichkeit erkannt wird; und dieselbe eben deswegen bald mit Erdichtungen beschweret, bald nützlicher Vermuthungen beraubet werden will, weil man die wirkliche Wahrscheinlichkeit mit der scheinbaren verwirret: so wird es nöthig seyn, von der **physikalischen Wahrscheinlichkeit** eine genauere Abhandlung beyzufügen. Von demjenigen, was ich in der Vernunftlehre von der Wahrscheinlichkeit vorgetragen habe, werde ich hier nichts wiederholen; nicht nur weil ich es vor überflüßig halte, sondern auch, weil die logischen Gründe der Wahrscheinlichkeit von einer solchen Beschaffenheit sind, daß es besser scheinet, gar nichts, als allzu wenig, davon zu sagen. Ich setze also als bekannt voraus, daß, obgleich die Wahrscheinlichkeit, sie mag auf noch so verschiedene Objecte appliciret werden, einerley Wesen und Kennzeichen behält, und darnach beurtheilet werden muß, dennoch die Sammlung der Präsumtionen von verschiedener Art, nach denen man sich in besondern Materien richtet, auch zu einer Abtheilung der Wahrscheinlichkeit Gelegenheit giebt, welche von der

der verschiedenen Materie hergenommen ist Log. § 405. Die physikalische Wahrscheinlichkeit demnach soll der Inbegriff dererjenigen Präsumtionen seyn, nach denen man sich in Beurtheilung physikalischer Materien richtet, indem man nemlich von natürlichen Ursachen auf die Wirkungen, oder von den Wirkungen auf die Ursachen schliesset, und deren Richtigkeit sich aus den obersten logikalischen Kennzeichen des Wahrscheinlichen erweisen lässet. Dergleichen Präsumtionen kan man von verschiedener Art, und immer specialere, entdecken. Ich will mich ietzo bemühen, die wichtigsten davon, und so viel ich deren vor nöthig halte, um nicht zu weitläuftig zu werden, aus ihren Gründen herzuleiten.

§ 34.

Die Verbindlichkeit zu einem vernünftigen, gesellschaftlichen und tugendhaften Leben giebt zuförderst manchen Gründen der physikalischen Wahrscheinlichkeit ein grosses Gewichte.

Gleichwie überhaupt die Wahrscheinlichkeit nächst den Gründen und Kennzeichen derselben, welche in unserm Verstande liegen, ihr Gewichte zugleich durch den Zusammenhang bekommt, darinnen die Sache mit gewissen Endzwecken und Verbindlichkeiten stehet Log. § 412 rc.: so haben wir auch von der physikalischen Wahrscheinlichkeit zuförderst zu merken, wie gewisse oberste Gründe derselben in der Verbindlichkeit liegen, die wir zu einem vernünftigen und gesellschaftlichen Leben haben; ferner in der Verbind-

bindlichkeit, die wir haben, unserm Schöpfer nichts, was sich mit seinen Eigenschaften nicht will vergleichen lassen, anzudichten; endlich auch in der uns obliegenden Schuldigkeit, mit den Schranken der Erkenntniß, die er uns gesetzet hat, zufrieden zu seyn, und zu seiner Wahrhaftigkeit das Vertrauen zu haben, daß er uns durch diejenigen Arten der Erkenntniß nicht betrüge, sondern Wahrheit lehre, von denen sich erweisen lässet, daß sie von seiner Einrichtung herkommen Log. § 417, und daß er uns verbinde, darnach zu handeln. Es ist überaus viel daran gelegen, dieser Gründe wohl eingedenk zu bleiben. Denn wer sich angewöhnet, auf die Natur der Wahrscheinlichkeit scharf Achtung zu geben, und die Gründe des starken Beyfalles in solchen Exempeln aufzusuchen, wo es alle vernünftige Leute vor ausgemacht halten, daß man nun zufrieden seyn, und nicht weiter zweifeln müsse; der wird finden, daß oft durch den Zusammenhang mit gewissen Endzwecken und Pflichten eine Wahrscheinlichkeit zu einer moralischen Gewißheit wird, welche ausser dem, und diesen Zusammenhang ungerechnet, nur mittelmäßig seyn würde.

§ 35.

§ 35.

Hauptsätze von der physikalischen Wahrscheinlichkeit. Was mit den Eigenschaften Gottes wahrscheinlich streitet, und doch nicht erwiesen werden kan, das wird in der Naturlehre nicht präsumiret.

Diesem zu Folge sind zuförderst folgende Hauptsätze zu merken:

1) **Was mit den Eigenschaften Gottes wahrscheinlicher Weise streitet**, nemlich also, daß man nicht siehet, wie es damit zu vergleichen ist; **und was gleichwol nicht erwiesen werden kan: das darf in der Naturlehre nicht präsumiret werden**; sondern wenn eine andere Erklärung zu finden möglich ist, so muß dieselbe vorgezogen werden. Denn wir haben die Verbindlichkeit, die Gefahr zu vermeiden, unserm Schöpfer etwas unanständiges anzudichten, welches nicht anders als auf diese Weise geschehen kan. Ich rede mit Bedachte nur von einem solchen Streite mit den Eigenschaften Gottes, da man nicht siehet, wie etwas damit zu vergleichen ist. Denn ließe es sich demonstriren, daß es damit stritte; so wäre der Grundsatz, daß ein solches Vorgeben zu verwerfen sey, nicht mehr eine Regel vor den Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen, sondern er gehörte zu dem Erkenntnißwege der Demonstration. Ferner habe ich erfordert, daß die unglaublich scheinende Sache, davon man redet, nicht ihrer Existenz nach besonders muß können bewiesen werden. Denn sonst hätten wir um des Beweises willen eine Verbindlichkeit, sie dennoch anzunehmen, und die übrigbleis

bleibende Schwierigkeit vor eine Folge unserer Einschränkung, und vor eine blosse Lücke unserer Erkenntniß zu halten § 32. Es kan aber der Beweis der Wahrheit einer Sache, welche uns an sich wider die Eigenschaften Gottes eine Schwierigkeit zu seyn scheinet, sowol durch den Erkenntnißweg der Demonstration, als der Wahrscheinlichkeit, geführet werden. Z. E. Wenn iemand spräche, er könne es mit der wesentlichen Gütigkeit Gottes nicht zusammen reimen, daß er dieselbe nur seit kurzer Zeit an Geschöpfen zu offenbaren angefangen haben solte, und er halte deswegen die Welt vor ewig, oder doch vor viel älter, als es die Zeitrechnung der heiligen Schrift giebt; so wäre solches nicht zu achten. Denn eine ewige Welt und ewige Schöpfung sind demonstrativ unmöglich, Metaphys. § 351. Wolte man aber, um vielleicht die Schwierigkeit dennoch zu mindern, die Welt nur vor viel älter halten, als sie nach der heiligen Schrift ist; so wäre solches vors erste thöricht, weil die Schwierigkeit dadurch in der That nicht gemindert würde, indem auch eine noch so lange Reihe von Jahren, dennoch gegen die Ewigkeit niemals ein Verhältniß bekommt. Hiernächst aber wäre auch ohne demonstrativen Gegenbeweis das ganze Vorgeben schon deswegen zu verwerfen, weil sich erweisen lässet, daß die Geschichte der heiligen Schrift alle historische Glaub-

würdig-

würdigkeit haben, die man verlangen kan. Ja es würde schon durch den historischen Beweis von dem Ursprunge der Welt aus dem Zeugnisse der Völker Metaphys. § 229 widerlegt seyn. Denn die Wahrscheinlichkeit desselben hat sehr wichtige Gründe vor sich. Hingegen darüber hat man sich nicht zu verwundern, daß uns von dem Verfahren eines unendlichen Wesens vieles nicht bekannt ist; woraus erhellet, daß die gemachte Schwierigkeit in diesem Falle bloß eine subjectivische ist.

Was mit der Ordnung und Weisheit zu streiten scheinet, wird nicht präsumiret.

II) Unter eben diesen Bedingungen erhellet insonderheit, daß dasjenige in der Naturlehre nicht präsumiret werden darf, was und wiefern es mit dem Begriffe einer ordentlich und weislich eingerichteten Welt zu streiten scheinet.

§ 36.

Was in der Naturlehre alle zuverläßige Erkenntniß überhaupt unmöglich machet, ist zu verwerfen.

III) Dasjenige, was alle zuverläßige Erkenntniß in der Naturlehre überhaupt unmöglich machen würde, das darf in der Beurtheilung natürlicher Begebenheiten nicht gelten, sondern ist zu verwerfen. Denn solte es gelten: so würden wir erstlich uns entweder aller unserer eigenen Endzwecke verlustig machen, ohne daß wir einen vernünftigen Grund dazu hätten; indem ja die Erfahrung lehret, daß wir unzehlig vieles

les von den natürlichen Begebenheiten, dergestalt wissen können, daß es eintrifft, und daß eine wirklich objectivische Wahrscheinlichkeit, zumal wenn sie von merklicher Größe ist, gar nicht, oder doch sehr selten, fehl schläget; und hiemit handelten wir also thöricht. Oder ferner wenn wir, ohne die logikalischen Regeln zur Richtschnur zu machen, nach Belieben das eine annehmen, und das andere, welches doch eben dergleichen Gründe vor sich hätte, verwerfen wolten; so wäre solches partheyisch, und hiermit abermal thöricht. Endlich da es gewiß ist, daß wir deswegen in der Welt sind, um gewisse Pflichten auszuüben; dabey wir uns demnach nach der Beschaffenheit natürlicher Begebenheiten richten, und also geschickt seyn müssen, etwas nach einer beständigen Regel davon zu bestimmen: so verschlössen wir uns hiemit den Weg zur Tugend zum voraus. Da aber solches ohne allen vernünftigen Grund geschähe; so wäre es eine freventliche und strafbare Verweigerung des Gehorsams.

§ 37.

Was das gesellschaftliche Leben der Menschen aufheben würde, ist als ungereimt und ungerecht zu verwerfen.

IV) **Was das gesellschaftliche Leben unter den Menschen aufheben und unmöglich machen würde, das ist auch in der Naturlehre als ungereimt und ungerecht zu verwerfen.** Der Beweis ist, wie bey dem vorigen Haupt-

Hauptsatze. Es sind deswegen die Einwürfe, wider die Gewißheit oder Zuverläßigkeit der Erkenntniß, welche dergleichen etwas voraussetzen, zu verwerfen; und hingegen eine Präsumtion, oder ein anderer Satz, ist dadurch als vernünftig erwiesen, wenn man zeigen kan, daß dasjenige, was man im gegenseitigen Falle annehmen muß, die Sicherheit des gesellschaftlichen Lebens umstossen würde, wenn es als richtig gelten, und daher in allen Fällen, wo gleichgültige Umstände vorkommen, als richtig angenommen werden solte.

§ 38.

Specialere Sätze von der physikalischen Wahrscheinlichkeit. Erinnerung wegen der Gründe ihrer Gewißheit, und ob man sie vor demonstrativ zu achten hat.

Auf die ietzt erwiesenen Gründe können wir nun folgende mehr determinirte Säze der physikalischen Wahrscheinlichkeit bauen. Gleichwie man die vorigen gemeiniglich ohne Beweis als Axiomata anzunehmen pfleget; so vermuthe ich, daß auch viele die nunmehr folgenden lieber nicht zur physikalischen Wahrscheinlichkeit rechnen, sondern als demonstrative Säze möchten ansehen wollen. Wenn dieses so viel heissen soll, als dergleichen Regeln wären nicht nur wahrscheinlich, sondern den demonstrirten Säzen gleich zu halten; so haben sie recht. Wer aber nicht nur sagen will, in der Naturlehre sey dieser oder jener Satz als ein Axioma oder Postulatum anzunehmen, und er trete

an

an die Stelle dessen, was in der geometrischen Methode dergleichen ist; sondern wer über die Gründe ihrer Gewißheit eine genaue logikalische Betrachtung anstellen will: der wird erkennen, daß sie dieselbe in der That durch den Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen erlangen. Aber eben daraus folget, daß man sich von der moralischen Gewißheit keinen verächtlichen Begriff machen, oder meinen soll, als wären wahrscheinliche Sätze, und solche Sätze, die durch den Erkenntnißweg des Wahrscheinlichen erkannt werden, überhaupt einerley. Wer in dem, was er vertheidigt, einer von den hohen Präsumtionen der physikalischen Wahrscheinlichkeit zuwider handelt, dessen Meinung wird freylich, dergestalt als ungereimt verworfen, daß sie kaum einer Antwort würdig geachtet wird. Jene selbst aber, nebst ihren ganz deutlichen Folgerungen, werden gemeiniglich vor völlig gewiß und demonstrirt angenommen. Lasset uns aber darauf Achtung geben, was von diesem ungezweifelten Beyfalle der logikalische Grund ist. Denn weiter, als wo sich derselbe hinschicket, werden auch die Sätze nicht gelten können, gleichwie hingegen auch alle die Sätze als eben so gewiß gelten müssen, wo er statt hat. Ich glaube, daß der rühmliche Fleiß, welchen die neuern Zeiten auf die Naturlehre gewandt haben, es viel weiter gebracht haben wür-

de, wenn nicht bisweilen gewisse Erdichtungen der Aufmerksamkeit der größten Männer deswegen entwischet wären, weil sie solche Sätze, die sie in vielen Exempeln wahr befunden hatten, ohne die gehörige Einschränkung, und weiter, angenommen, als der Beweisgrund derselben erlaubet.

§ 39.

In der Naturlehre sind keine Ursachen anzunehmen, als deren Realität erwiesen werden kan, und auch nicht mehrere, als zu dem Effecte nöthig, oder erweislich, sind.

1) **In der Naturlehre müssen keine Ursachen angenommen werden, als deren Realität erwiesen werden kan, und es müssen deren auch nicht mehrere angenommen werden, als zu dem Effecte nöthig, oder ausdrücklich erweislich sind.** Denn da die Welt aus lauter zufälligen Dingen bestehet, zu denen Gott wirklich noch unzählig viele hätte erschaffen, und auch einerley Sache durch mehrere Ursachen bewerkstelligen können; da auch Gott denen endlichen Substanzen mehr oder weniger Kräfte hätte geben können: so verirreten wir uns ganz und gar von dem Wege, auf welchem wir zu erkennen vermöchten, was vor Dinge in der Welt wirklich vorhanden sind, und was vor Kräfte und Eigenschaften sie an sich haben, wenn wir sie nach Belieben erdichten, und mehr davon annehmen dürften, als nöthig ist. Daher machet dieses einen Begriff in der Physik noch nicht zweifelhaft, daß einige Zweifler fragen, wer weiß,

weiß, was Gott noch alles gemacht hat, wovon wir nichts wissen? Denn wenn wir es nicht wissen, warum wolten wir demselben zu Gefallen auch dasjenige nicht annehmen, was wir wüßten? Man muß daraus nur so viel schliessen, daß in solchen Fällen die geometrische Demonstration nicht statt hat, dem ungeachtet aber doch wol sonst eine Gewißheit, oder Zuverlässigkeit, da seyn kan. Z. E. Es ist verwerflich, den Elementen eine Kraft zu denken anzudichten. Bey der Application dieser Regel aber hat man sich in Acht zu nehmen, daß man nicht eigensinnig sey, den Beweis der Realität allezeit auf einerley Art zu verlangen, weil uns etwan dieselbe am geläuffigsten ist. Denn es schicket sich eine iedwede Art von Beweisen dazu, wenn sie nur nach der Vernunftlehre die Probe hält. Der Beweis kan aus Erfahrungen und Versuchen hergenommen werden, und zwar wiederum mittelbar oder unmittelbar. Er kan aber auch aus Vernunftgründen oder tüchtigen Zeugnissen geführet werden.

§ 40.

So lange mechanische Gründe zureichen, muß man nicht physikalische erdichten.

2) **So lange man mit mechanischen Gründen auskommen kan, so muß man keine physikalischen erdichten.** Denn man nähme die physikalischen zum Ueberfluß und ohne allen Beweis an.

Die mechanischen haben aber auch schon deswegen einen Vorzug, wo sie zu haben sind, weil sie begreifflicher, und daher bey sonst gleichen Umständen vor eine mehr reale Möglichkeit zu halten sind. Z. E. wenn man die Schwere oder eine andere Tendenz mechanisch erklären kan; so ist es vergeblich, magnetische Ausflüsse aus der Erde, oder eine Sehnsucht der Materie nach ihrem rechten Orte, oder eine ursprünglich anziehende Kraft u. s. w. zu erdichten. Desgleichen wieferne die Bedingungen der Empfindungen im Körper durch einen bloßen Anstoß gewisser Materien an die Nerven, verständlich gemacht werden können, so daß die Vermischung der subtilen Ausflüsse aus dem Objecte mit unserm Körper dabey etwas bloß zufälliges bleibet: so muß man dieselbe nicht durch Ausflüsse und Vermischungen derselben mit unserer Substanz, oder mit unsern Ausflüssen, als durch die eigentliche Ursache, erklären, noch weniger aber aus- und einfahrende Species erdichten; welche auch aus andern Gründen ungereimt sind.

§ 41.

Wo physikalische Gründe zureichen, muß man nicht geistige Kräfte erdichten.

3) So lange man mit physikalischen Gründen, das ist, mit bloßen Bewegungskräften der Materie, auskommen kan; so muß man seine Zuflucht nicht zu geistigen Kräften nehmen,

nem-

nemlich zu Ideen, und Trieben, als da ist Verlangen, Sehnsucht, Haß, Verabscheuung. Denn die geistigen Kräfte würden dießfalls ohne allen Grund und überflüßig, und mithin ungereimter Weise, erdichtet, und wir verschlössen uns hierdurch den Weg, die Kräfte der Körper kennen zu lernen, ohne Ursache ganz und gar. Z. E. Man darf den himmlischen Weltkörpern, ingleichen auch den Pflanzen, keine Seelen zuschreiben, da sich die Möglichkeit ihrer Wirkungen aus mechanischen und physikalischen Gründen begreiffen läst: und so lange auch iemand nur zweifelhaft wäre, ob sie sich nicht daraus begreiffen lassen möchten; so müßte er auch zweifelhaft seyn, ob er ihnen nicht eine Seele ohne allen Grund andichtete.

§ 42.

Was durch die Kraft der Geschöpfe möglich ist, muß man nicht der unmittelbaren Allmacht Gottes zuschreiben, wenn letztere dabey nicht aus einem besondern Grunde erweislich ist.

4) So lange etwas durch die Kräfte der Geschöpfe als möglich begriffen werden kan; so darf man dabey nicht zu der unmittelbaren Allmacht Gottes seine Zuflucht nehmen, es wäre denn, daß die unmittelbare Wirkung Gottes dabey aus einem anderwärts hergeholten Grunde ausdrücklich bewiesen werden könnte. Denn sonst verlieren wir erstlich alle Möglichkeit, natürliche Begenheiten vernünftig zu untersuchen. Ueber dieses sehen wir

auch keinen Grund, warum Gott dasjenige unmittelbar thun solte, wozu doch der von ihm weislich eingerichtete Lauf der Natur zulänglich war. Nun könnte er zwar dennoch einen Grund haben, den wir nicht wüßten. Allein es ist doch offenbar, daß wir, so lange wir ihn nicht wissen, das ist, so lange wir nicht aus einem anderswo hergeholten Grunde Beweis darzu wissen, auch die Sache Gott unmittelbar nicht zuschreiben dürfen. Wir handeln sonst den Regeln unserer Erkenntniß zuwider, daran uns doch Gott vorietzt gebunden hat, und laufen in Gefahr, ihm etwas unanständiges anzudichten, und hingegen die Erkenntniß, die zu Ausübung unserer Pflichten dienen solte, zu verabsäumen. Z. E. es ist nicht erlaubt, alle Bewegung der Materie Gott unmittelbar zuzuschreiben, oder nach dem Cartesianischen Systemate zu sagen, daß Gott den Seelen die Empfindungen, und den Körpern die animalischen Bewegungen selbst gebe, und nur bey der Veränderung des einen, zu der Veränderung des andern gelegenheitliche Ursachen nehme. Gleichermaßen, darf man die Fortzeugung der Thiere und Pflanzen nicht durch eine beständige neue Schöpfung in allen Individualfällen, erklären wollen.

§ 43.

§ 43.

5) Was man aus schon bekannten oder begreifflichern Ursachen erklären kan, dazu darf man überhaupt keine unbekannte, oder unbegreifflichere erdichten. Der Beweis ist wie bey der vorigen Regel. Man nähme die unbekantern Ursachen ohne allen Grund an, und die Untersuchung natürlicher Begebenheiten würde hernach überhaupt keine Regel mehr haben. Z. E. warum will man eine Verwandelung des Wassers in Luft und umgekehrt, oder gar noch ferner eine Verwandelung der Luft in Feuer annehmen, da sich doch die Umstände an den Körpern, ohne dieselbe, und unter andern oft also erklären lassen, daß diese Materien nur verschiedentlich beweget, oder ausgedehnet werden, ihre kleinsten Theilchen aber beständig in der Welt vorhanden sind, welches ja deutlicher ist, als die vorgegebene Verwandelung, davon man keinen Begriff hat.

Was man aus bekannten und begreifflichern Ursachen erklären kan, darzu darf man keine unbekannten oder unbegreifflichern erdichten.

§ 44.

Zur Erläuterung dieser Regeln stelle man sich wohl vor, was das heisset, wenn gesaget wird, daß man bey einem Effecte mit dieser oder jener Art von Ursachen auskommen könne. Es muß nemlich derselbe nicht nur überhaupt dadurch möglich seyn, sondern er muß es auch unter denen Umständen

Nähere Erklärung, was das heisset, irgendwo mit einer Art von Ursachen auskommen können.

seyn, wie er irgendwo vorkömmt und betrachtet wird, dergestalt, daß man nicht etwan genöthiget ist, etwas mit den Kennzeichen der Wahrheit streitendes anzunehmen. Man erinnere sich hier, wie eine logikalische Schwierigkeit von einer blossen Lücke in unserer Erkenntniß unterschieden ist § 32. Nun thut das zwar nichts zur Sache, wenn unsere Einsicht in das Wesen der Dinge unvollständig ist, sondern es bleibet alsdenn bey den iezt gegebenen Regeln. Aber es müssen nur nicht logikalische Schwierigkeiten entstehen, ich meine, es muß sich nicht aus den Umständen ein Gegenbeweis führen, und zeigen lassen, daß sich die Regel hieher nicht schicke. Wenn man sagt, es sey möglich, etwas natürlich, und so oder so, zu erklären; so heisset es nicht so viel, die Sache halte, an und vor sich betrachtet, keinen Widerspruch in sich, wovon gemeiniglich die Frage gar nicht ist. Sondern es ist von einer moralischen Möglichkeit die Rede, und will so viel sagen, man könne mit Vernunft und ohne den sämmtlichen Kennzeichen der Wahrheit zuwider zu handeln, setzen, daß sie hiedurch möglich sey. Daher darf man z. E. einem Wunderwerke nicht entgegen setzen, daß man von der dabey vorgegangenen Sache auch natürliche Exempel wisse, wenn dort die Umstände etwas anders lehren. Aus denselben erkennet man

Es müssen nicht logikalische Schwierigkeiten entstehen.

man z. E. daß bey Verschlingung der Rotte Korah nicht etwan von ungefehr ein natürliches Erdbeben dem Ansehen Mosis zu Hülfe gekommen, ob man gleich von Erdbeben und Ruinen, die sie anrichten, Exempel genug hat. Ferner merke man, daß **sich der Grund der gegebenen Regeln auch alsdenn nicht mehr schicket, wenn man durch ein richtig bewiesenes göttliches Zeugniß versichert wird, daß irgendwo Ursachen vorkommen,** welche man ohne besondere Nachricht daselbst nicht hätte suchen dürfen. Z. E. es ist einfältig, wenn einige den Zeugnissen der heiligen Schrift von den Wirkungen der göttlichen Gnade in den menschlichen Gemüthern, oder von den Wirkungen der bösen Geister, unter dem Vorwande den Beyfall versagen, daß sich natürlich erklären ließe, wie die Menschen auf diese oder jene Gedanken könten gekommen seyn, ohne eine unsichtbare Macht, oder gar die Allmacht Gottes, dabey zu Hülfe zu nehmen. Denn in einzeln Fällen können wir von der Veranlassung unserer Gemüthsveränderungen selten etwas zuverlässiges sagen, sondern wir müssen sie nur um der Regeln willen § 42, 43 so lange als natürlich präsumiren, bis das Gegentheil erwiesen werden kan. Wo nun das letztere aus dem Zeugnisse der heiligen Schrift geschehen kan; so ist ja die Sache

Es muß auch das Gegentheil nicht durch ein erwiesenes göttliches Zeugniß bekant seyn.

in eben dem Grade gewiß, in welchem die Schrift selbst gewiß ist, und es wird denen physikalischen Präsumtionen nicht widersprochen, sondern dieselben reden von diesen Fällen nicht. Es gehet uns alsdenn eben so, als wie wenn der Arzt aus den bloßen Umständen der Krankheit nur auf eine oder die andere Ursache geschlossen haben würde, und welche überhaupt zureichend wäre, die Symptomata der Krankheit daraus herzuleiten, da er es aber doch mit Dank annimmt, wenn er von andern Ursachen, die hier zugegen gewesen, historische Nachricht erhält.

§ 45.

Die natürlichen Begebenheiten geschehen nach beständig fortdaurenden Gesetzen.

6) Die natürlichen Begebenheiten geschehen nach beständigen und unveränderlich fortdaurenden Gesetzen, und müssen iedesmal als solche präsumiret werden. Denn eines theils lehret schon die Erfahrung an unzähligen Exempeln, und von den ältesten Zeiten her eine solche Beständigkeit der Regeln, nach denen die natürlichen Begebenheiten erfolgen. Wer würde sagen, daß eine solche Uebereinstimmung in Millionen Exempeln, und in so langer Zeit, etwas ungefehres sey? Hienächst gehen alle physikalische Untersuchungen verlohren, so bald man solches nicht einräumen wolte § 36. Auf Seiten Gottes aber siehet man keinen Grund, warum er in einem und dem andern

dern Geſetze der natürlichen Folgen eine Aenderung machen ſolte, ſo lange er die gegenwärtige Welt erhalten will; daher wir unter eben der Bedingung auch dergleichen ohne ausdrücklichen Beweis nicht zu vermuthen berechtiget ſind § 35.

§ 46.

Die Natur thut keinen Sprung.

7) **Die Natur thut keinen Sprung**, das iſt, in natürlichen Veränderungen entſtehet kein merklicher Unterſchied ohne eine groſſe Menge unmerklicher Stuffen, welche alle durchgegangen werden müſſen. Wie ſolches von der Entſtehung poſitiver Veränderungen gilt, ſo gilt es auch von der Vernichtung derſelben. Dieſes iſt die Regel, welche man legem continuitatis nennet, darein ſich aber, wenn man den Beweis nicht aufſuchet, leicht etwas falſches einmenget. Wenn man ſaget, die Natur thue keinen Sprung; ſo iſt auf zweyerley Arten des Sprunges Achtung zu geben. Die eine wird durch den Satz vom Widerſpruche, und alſo durch den Weg der Demonſtration, ausgeſchloſſen, nemlich daß ein Ding, welches iſt, und zu ſeyn fortfährt, nicht in entfernte Puncte des Raumes oder der Zeit kommen kan, ohne in allen Zwiſchenpuncten geweſen zu ſeyn, Metaphyſ. § 410. Bey der andern aber läßet ſich kein Widerſpruch klar machen,

chen, nemlich wann die Rede nur davon ist, ob auf einen sehr kleinen Grad einer Thätigkeit in dem nächstfolgenden Zeitpuncte so gleich ein sehr höher und der Größe nach sehr merklich unterschiedener erfolgen könne. Denn wir haben keinen Grund, Gott das Vermögen abzusprechen, die Gesetze der physikalischen Folgen so oder anders einrichten zu können, und was vermöge des innerlichen Wesens der göttlichen Kraft, und der endlichen Kräfte, die Gott machen kan, möglich oder unmöglich ist, können wir nicht sagen, weil wir die Beschaffenheit davon nicht verstehen. Allein in sehr vielen Exempeln, und so weit nur unsere Empfindung reichet, finden wir es durchgängig so, daß die großen Unterschiede aus vielen kleinen erwachsen. Daher ist das Gegentheil, welches auch ohne dem mit der Regelmäßigkeit der Welt zu streiten scheinet, vor keine reale Möglichkeit zu achten, und auch daher in denenjenigen Fällen nicht zu präsumiren, wo unsere Empfindung nicht hinreicht. Man muß sich aber die Sache also vorstellen. Gleichwie Raum und Zeit, also haben auch alle Actionen und Veränderungen in der Welt ihre kleinsten Theile, nemlich solche Theile, welche durch den Willen Gottes bey Setzung dieser Welt die kleinesten haben seyn sollen, Metaphys. § 167. Durch alle dieselben muß die Veränderung gehen,

Nähere Erklärung.

gehen, wenn sie von einem niedrigern Grade zum höhern, oder vom höhern zum niedrigern, gelangen, oder gänzlich wiederum aufhören soll. Daher ist auch die Anzahl dieser Zwischengrade allezeit endlich: und wenn sie unendlich genennet wird, so heisset es nur so viel, daß sie vor unsern Verstand unerforschlich groß sey, und deswegen so groß von uns angenommen werden könne, als wir nur wollen. Hingegen ist es ein Mißbrauch dieser Regel, wenn man in endlichen Dingen irgend eine Art einer wirklichen Unendlichkeit setzet, und das Gesetz der Stetigkeit in der Natur also annimmt, daß eine iede Veränderung, die wir wahrnehmen, in der That durch eine unendliche Menge kleiner Veränderungen geschehe, welches einen Widerspruch enthält, Metaphys. § 148, 149. Weil nun unsere Sinne von dem kleinesten in der Natur ungemein weit entfernet sind, wie an seinem Orte weiter wird klar gemacht werden; so muß man sich allezeit das, was mit einemmal zu entstehen oder unterzugehen scheinet, als aus einer undenklich grossen Menge wirklich unterschiedener kleinsten Veränderungen bestehend vorstellen.

§ 47.

Die Natur gehet den kürzesten Weg.

8) **Die Natur gehet den kürzesten Weg**, und dieses muß man von ihr präsumiren. Denn dürften wir einen weitern

weitern Weg erdichten, ungeachtet ein kürzerer da wäre, und derselbe zureichete, von der Sache Rechenschaft zu geben; so nähmen wir den ganzen Ueberschuß ohne irgend einen Beweis an, welches mit den Kennzeichen der Wahrheit streitet, Log. § 365. Ich rechne aber diese Regel deswegen zu dem Erkenntnißwege des Wahrscheinlichen, weil wir doch die Möglichkeit nicht leugnen können, daß Gott vielleicht durch Umwege, und welche zuerst vom Zwecke abführen, seine Weisheit den Menschen wunderswürdig machen wolle, indem hernach die Sache wider ihr Vermuthen erfolget. In der Regierung moralischer Begebenheiten verfähret Gott oft wirklich so. Aber in der Reihe und Verbindung der bloß physikalischen Ursachen läßet sich kein Exempel davon angeben, und man kan es daher vor keine reale Möglichkeit halten. Man verwirre nur die Abweichung vom kürzesten Wege nicht mit dem Falle, wo mehrere Endzwecke zugleich gesuchet werden, und daher ein Weg erwehlet wird, welcher, dafern man nur eine Absicht gesuchet hätte, ein Umweg gewesen wäre, welcher aber in der That der kürzeste Weg ist, wenn alle Endzwecke zugleich erlanget werden sollen. Eben dazu brauchen wir auch die gegebene Regel, damit wir, wo die Natur einen Umweg zu machen scheinet, den Schluß machen, daß

sie

sie hier mehrere Absichten zugleich befördert, und uns dieselben zu entdecken bemühen. Gott würde auch in Regierung moralischer Begebenheiten nicht einmal Umwege, d. i. solche Reihen von Folgen, erwehlen, welche in den Reihen der wirkenden Ursachen nicht die kürzesten sind, wenn er nicht gewisse Endursachen dabey hätte, es mögen nun dieselben überhaupt in der Verklärung der Mannichfaltigkeit und Größe seiner Macht und Weisheit, oder in etwas specialern, bestehen.

§ 48.

Eine Hypothesis, deren Realität nicht vor sich erwiesen werden kan, wird nicht wahrscheinlich, und wenn noch so viel gemeine Phaenomena damit übereinstimmen.

9) Eine Hypothesis, deren Realität nicht vor sich bewiesen werden kan, erlanget auch keine objectivische Wahrscheinlichkeit, wenn noch so viel gemeine d. i. bloße Phaenomena damit übereinstimmen, Log. § 369 2c. 391 2c. Die Meinung ist, man soll von demjenigen, was in der Hypothesi als existirend angenommen wird, die Existenz besonders beweisen können, damit die Hypothesis real sey. Die Uebereinstimmung aber mit den Phaenomenis soll nur dazu

Man seh, daß man erkenne, ob die gesetzten
re logischen eben in diesem Falle vorhanden
scheinba Denn der blossen idealen Möglich-
§ 364, lassen sich gar zu viele ausdenken, und
weitermmen mit leichter Mühe so general
lich befrichtet werden, daß die Phaenomena

laturl. F einen

einen solchen möglichen Causalzusammenhang damit erlangen, welchen man nicht demonstrativ widerlegen kan. Aber eben deswegen wird auch, wenn man weiter nichts vor sich hat, nicht mehr als eine subjectivische Wahrscheinlichkeit daraus, d. i. eine solche, deren ganzer Grund, wenigstens eben so leichte, in dem individualen Zustande unsers Verstandes, nicht aber in der Sache, lieget. Denn solte ein Satz dadurch wahrscheinlich werden; so müßte er zu einer mehr realern Möglichkeit werden, als sein contradictorischer Gegensatz, und er würde deswegen wahrscheinlich, weil einer unter beyden nothwendig wahr seyn müßte. Dieses kan aber nicht geschehen, weil der entgegen gesetzten idealen Möglichkeiten eine unendliche Menge ist, und der Satz nicht einmal mit seinem contradictorischen Gegensatze verglichen wird, so lange es eben so leicht möglich ist, daß sich andere Hypotheses mit gleichem Grunde aussinnen lassen.

Ob man mit einigen Gelehrten die Hypotheses überhaupt verwerfen soll.

Die Subtilität dieser Regel hat es ohne Zweifel gemacht, daß theils manche den Erfindungen ihres Ingenii zu viel getrauet haben; theils andere wider die Hyp[illegible] hat der zu sehr aufgebracht worden sind, [illegible] zu[illegible]tet sie es selbst in der That nicht [illegible]n dazu können, Hypotheses anzunehmen. [illegible], das sind das nicht auch Hypotheses, [illegible] zu[illegible]nige Gelehrte, welche am meisten da[illegible], daß e[illegible] sie

eyfern, doch Elemente, oder massulas, oder moleculas, von verschiedenen Ordnungen annehmen? Ja werden es nicht auch Hypotheses, wenn sie Experimente zum Grunde legen, und daraus deswegen auf gewisse wirkende Ursachen schlüssen, weil sie bey diesen Umständen keine andern finden können, und hernach diese Ursachen annehmen, um andere Phaenomena in der Natur daraus herzuleiten? Unsere Regel bestimmet in der That diejenige Vorsichtigkeit, welche diese Gelehrten in einer unaufgelöseten Idee wahrgenommen haben. Sie verwerfen wirklich nur die Hypotheses, welche bloße ideale Möglichkeiten sind, und deren Realität nicht vor sich erwiesen werden kan.

§ 49.

Was vor Eigenschaften zu einer brauchbaren physikalischen Hypothesi gehören.

Weil an dieser Sache so gar viel gelegen ist, so wollen wir uns die **Eigenschaften einer brauchbaren physikalischen** Hypothesis einmal zusammen vorstellen, nemlich diejenigen, welche sie haben muß, ehe sie noch mit den gemeinen Phaenomenis verglichen werden darf, um sie dadurch wahrscheinlich zu machen. Man sehe a) darauf, daß sie eine **wahre logikalische**, und nicht eine **bloß scheinbare Wortmöglichkeit**, Log. § 364, d. i. eine solche ist, welche bey weiterm Nachsinnen demonstrativ unmöglich befunden wird, dergleichen z. E. die

anziehende Kraft ist, wenn sie eine physikalische seyn soll. Man gebe b) Achtung, daß nicht etwan eine Kraft angenommen wird, welche schwerer, als der zu erklärende Effect selbst ist § 21, welches letztere von einer logikalischen Schwierigkeit derselben zu verstehen ist § 32. Sie muß c) nicht etwan aus andern Gründen positiv als unwahrscheinlich erwiesen werden können. Denn sonst könnte sie durch die simple Uebereinstimmungswahrscheinlichkeit vor ihren Gegengründen keinen Vorzug erlangen, Log. § 390 ꝛc. Wenn aber das alles seine Richtigkeit hat, so muß d) ihre Realität, d. i. die Existenz derer darinnen angenommenen Dinge, oder der zureichenden Ursachen dazu in der Natur, doch noch besonders erwiesen werden. Dieses geschiehet bisweilen unmittelbar durch die Erfahrung und Exempel; bisweilen durch den Unterscheidungsweg, Log. § 530, aus Erfahrungen, oder aus Vernunftsätzen; bisweilen dadurch, daß man sich auf ähnliche Fälle in der Natur beruffet. Es gehet auch durch Zeugnisse an, dadurch man von der Existenz gewisser Ursachen Nachricht erlanget. Z. E. wenn man zu Auflösung der Umstände der Electricität eine Atmosphäre der Körper annimmt, oder wenn man eine Entzündung des Feuers durch eine Zusam-

ſammenhäufung und Bewegung der Feuertheilchen ſetzet; ſo muß durch Erfahrungen und ähnliche Fälle vor ſich erwieſen werden, daß dergleichen in der Natur vorhanden iſt, und geſchiehet. Wenn zu den Bewegungen der Thieriſchen Körper die Hypotheſis von den Lebensgeiſtern angenommen wird; ſo muß es aus beſondern Umſtänden als wahrſcheinlich bewieſen werden, daß in dem Gehirne eine ſehr ſubtile flüßige Materie aus dem Geblüte abgeſondert wird. Die Hypotheſes, die man annimmt, die Ausdünſtungen der Körper zu erklären, werden aus Erfahrungen gerechtfertiget, welche lehren, wie ſich ein Körper in einer flüßigen Materie auflöſet, ſo daß ſeine kleinſten Theile darinne ſchwimmen. Dergleichen Sorgfalt muß in allen Materien gebrauchet werden, und man hat alsdenn darauf am ſchärfſten zu ſehen, wo man Urſachen annimmt, welche nicht ſinnlich gemachet werden können: daher auch viele Leute dieſelben ſchon deswegen zu leugnen geneigt ſind, dergleichen z. E. der Aether iſt. In der Application iſt noch zu unterſcheiden, daß man bisweilen nur disjunctive eine unter etlichen Hypotheſibus als wahr ſetzet, oder auch etliche zuſammen nimmt, und ſich bedinget, daß bald die eine, bald die andere, bald mehrere zuſammen, in Exempeln vorkommen. Ferner will man dadurch bisweilen nur aus-

Unterſchied der Abſichten, welche man bey Setzung einer Hypotheſis haben kan.

ausmachen, wodurch eine Sache in der Natur möglich gewesen ist. Bisweilen aber will man bestimmen, durch was vor Ursachen sie in diesem oder jenem Falle wirklich geschehen ist. Man lasse auch nicht aus der Acht, daß ich durch die gegebene Regel nur habe bestimmen wollen, wie eine Hypothesis eine objectivische Wahrscheinlichkeit erlangen kan, wenn man nur simple, oder, wie sie auch heissen können, gemeine, Phaenomena, zu ihrem Beweise hat. Denn wenn man harmonische Phaenomena, Log. § 391 2c., oder starke Präsumtionswahrscheinlichkeiten, hat; so wird eben dadurch die Realität der Hypothesis schon bewiesen, und der Grund fällt hinweg, um welches willen ich vorhin besorgen mußte, daß eine ideale Möglichkeit, welche durch simple Phaenomena eine Wahrscheinlichkeit zu erlangen scheinet, eben so leichte auf einen bloßen Betrug hinaus lauffen könne. Denn ein ieder anderer Grund der Wahrscheinlichkeit, wofern er nur in seiner Art richtig ist, giebt ein solches Kennzeichen der Wahrheit ab, welches in der Natur der Dinge selbst, und nicht bloß in den subjectivischen Umständen dieses oder jenes Verstandes, seinen Grund haben muß.

Erläuterung, wegen der Vergleichung einer Hypothesis mit gemeinen Phaenomenis oder andern Wahrscheinlichkeiten.

§ 50.

§ 50.

10) Derjenige Effect wird präsumiret, daß er sey, oder erfolgen werde, zu welchem Ursachen vorhanden sind, welche an sich zureichend sind, und bey denen kein Grund angegeben werden kan, warum dieselben iezo die Action unterlassen, oder ihre Wirkung verhindert seyn solte. Denn man nimmt weniger an, wenn man setzet, daß er erfolget, als wenn man etwas anderes erwartet, dazu zwar die Ursachen überhaupt betrachtet auch möglich sind, deren Existenz man aber nicht weiß. Demnach ist der Erfolg wahrscheinlich, und es ist auch kein anderer Leitfaden da, welchem man in der Naturlehre folgen könnte. Der Effect ist also bey diesen Umständen zu präsumiren. Diese Präsumtion gilt so gar, wenn man von frey wirkenden Ursachen redet, weil die Richtung der freyen Thätigkeit auf etwas, dazu schon Bewegungsgründe vorhanden sind, allezeit eine realere Möglichkeit ist, und weil auch die Erfahrung lehret, daß die freyen Geschöpfe gemeiniglich ihrem Naturell zu folgen pflegen. Der höhere Grund liegt theils darinnen, daß die Menschen ihre Freyheit wenig zu gebrauchen pflegen, sondern sich lieber mehr leidend verhalten, und sich durch das Uebergewichte derer ihnen vorkommenden Bewe-

Derjenige Effect wird präsumiret, zu welchem an sich zureichende Ursachen vorhanden sind, und nicht erwiesen werden kan, daß sie verhindert sind.

gungsgründe determiniren lassen; theils ist er darinnen zu suchen, daß ihre Verbindlichkeit selbst ihnen grossentheils gestattet, nur in einer ihren Umständen gemäßen Sphäre sich wirksam zu bezeigen. Wo man aber von bloß physikalischen Ursachen redet, da hat die Präsumtion noch ein stärkeres Gewichte. Denn gesetzt die zureichenden Ursachen wären vorhanden, und würden nicht verhindert; so würde die Wirkung unausbleiblich erfolgen, Log. § 389.

§ 51.

Wenn die Aehnlichkeit der Ursachen wahrscheinlich [illegible] ist auch die Aehnlichkeit der Wirkung wahrscheinlich.

II) Wo es wahrscheinlich ist, daß die zureichenden Ursachen ähnlich sind, da ist es auch wahrscheinlich, daß die Wirkung ähnlich ist. Denn da die Wirkung unausbleiblich erfolget, wenn die zureichende Ursache wirket, und nicht verhindert ist; so erlanget der Erfolg der Wirkung denjenigen Grad der Gewißheit, welchen die Bedingungen haben, davon er abhanget. Man kan aber bey der Betrachtung natürlicher Begebenheiten gemeiniglich deswegen nicht mehr als einen Schluß nach dem Erkenntnißwege des Wahrscheinlichen machen, weil wir gemeiniglich die zureichenden Ursachen nicht ganz genau beurtheilen, noch alle Hindernisse voraus sehen können. Daher hat auch der Schluß, den wir diesfalls machen, bald mehr, bald weniger Zuverläßigkeit.

sigkeit. Der Beweisgrund giebt zu verstehen, daß man sich dieser Regel sowol bey wirkenden Ursachen, als bey Endursachen, bedienen kan. Im letztern Falle heisset sie so viel, wo eben die Mittel gebrauchet werden, da präsumiret man eben den Endzweck, und wo eben der Endzweck in der Natur bey Dingen von einerley Art gesuchet wird, da präsumiret man eben die Mittel, bey sonst gleichen Umständen. Z. E. wenn es wahrscheinlich ist, daß etwas eine Glandul ist; so ist es auch wahrscheinlich, daß sie zur Absonderung eines Saftes dienet. Wenn man schliessen kan, daß ein gewisses Glied in einem Thiere zu einem gewissen Zwecke bestimmet ist; so ist ihm auch derselbe Zweck in andern Thieren zuzuschreiben, bey denen eben dieses Glied angetroffen wird. Daher urtheilet man mit gehöriger Vorsichtigkeit von demjenigen, was bey den Thieren angetroffen wird, auch davon, was von dem Menschen gilt. Z. E. man hat jungen Hühnern und Hunden, welche schon erwürgt zu seyn geschienen, das Leben wieder gegeben, in dem vermittelst eines Blasebalges in die Lunge geblasen worden *. Daraus konnte so gleich wahrscheinlich

Anwendung der Regel auf wirkende und Endursachen.

 werden,

* Wilh. Derhams physico-theologia. IV B. 7 Cap.

werden, daß es bey Menschen, welche todt zu seyn geschienen, iedoch ohne daß das Blut selbst noch seine natürliche Wärme verloren, oder ein zum Leben unentbehrlicher Theil verletzet worden, auch angehen müsse. Und die Erfahrung hat es in Engelland bestätiget, da ein Mann, welcher in einer Kohlengrube erstickt zu seyn geschienen, wiederum zum Leben gebracht worden, indem durch starkes Blasen in den Hals das Herz wiederum zu schlagen angefangen, und ihm darauf durch Oeffnung der Ader, Schütteln und Reiben der Glieder Hülfe geschehen *.

§ 52.

Bey ähnlichen Wirkungen präsumiret man ähnliche Ursachen, so lange der Beweisgrund der Präsumtion nicht entkräftet, oder gar das Gegentheil besonders erwiesen werden kan.

12) **Wo die Wirkungen ähnlich sind, da präsumiret man auch ähnliche Ursachen, es wäre denn, daß der Beweisgrund der Präsumtion ausdrücklich entkräftet, oder gar das Gegentheil durch besondere Gründe dargethan werden könnte.** Denn die Wirkungen, welche man schon von gewissen Ursachen weiß, können als Kennzeichen von der Realität der Möglichkeit angesehen werden, wenn man eben dieselben Ursa-

* Hamburg. Magazin I B. 2 St. pag. 135. aus einer Nachricht von Joh. Fothergill in den Abhandl. der Engl. Gesellschaft der Wissenschaften N. 475.

Urſachen auch anderswo ſetzet. Weil nun die realere Möglichkeit in Vergleichung mit der idealen wahrſcheinlich wird Log. § 379 rc.: ſo muß man daſelbſt auch eben die Urſachen präſumiren, wo eben die Wirkungen vorkommen, wofern dieſe Wahrſcheinlichkeit nicht wieder entkräftet werden kan. Es iſt aber klar, daß das letztere auf zweyerley Art geſchehen kan: einmal wenn ſich ein Grund angeben läßt, welcher den Schluß auf dieſes oder jenes Exempel verhindert, dergeſtalt, daß es vor eben ſo leicht möglich anzunehmen iſt, daß der Effect von einer andern Urſache herkomme; und ferner, wenn gar eine andere Urſache, durch einen eigenen Beweis gewiß oder wahrſcheinlich dargethan werden kan. Man ſchlüſſet demnach nach dieſer Regel gewiſſer maßen ebenfalls von der Aehnlichkeit der Urſachen auf die Aehnlichkeit der Wirkungen. Nemlich man leget die Aehnlichkeit der Erkenntnißgründe, welches hier die Wirkungen ſind, zum Grunde, und ſchlüſſet auf die Aehnlichkeit der Concluſionen von den Urſachen, welche Concluſionen in unſerm Verſtande ein Effect der Erkenntnißgründe ſind. Z. E. wenn eine Krankheit bey dem einen eben die Symptomata äuſſert, wie bey dem andern; ſo ſchlüſſet man bey ſonſt gleichen Umſtänden auf eben die Urſachen. Doch hüte man ſich, daß man dieſe Regel nicht über

Vorſichtigkeit bey dieſer Regel.

über die Bedingungen ausdehne, unter denen sie erweislich ist, welches diejenigen bisweilen thun, so den Beweis davon nicht aufsuchen, sondern den Satz, daß ähnliche Wirkungen ähnliche Ursachen haben, nur schlechthin als ein Axioma in der Naturlehre angenommen wissen wollen. Z. E. es folget nicht, daß das Anziehen, welches mancherley Körper gegen einander äussern, aus einerley Grunde herkommt; weil man in der Application den Beweisgrund dieser Regel entkräften, oder gar Gegengründe anführen kan.

§. 53.

Was an den Körpern, damit man Versuche anstellen kan, allgemein befunden worden, präsumiret man auch von denen übrigen, wenn der Grund der Präsumtion nicht entkräftet, oder das Gegentheil erwiesen werden kan. Noch stärker ist die Präsumtion, wenn man auf Körper

13) Diejenigen Eigenschaften, welche an den Körpern, damit man Versuche anstellen kan, mit einer Allgemeinheit angetroffen werden, sind auch an denen übrigen, mit denen man solches nicht in seiner Gewalt hat, zu präsumiren, es wäre denn, daß der Beweisgrund der Präsumtion entkräftet, oder das Gegentheil ausdrücklich dargethan werden könte. Noch viel mehr aber ist dasjenige, was man an den Körpern von einer gewissen Art wahrgenommen hat, auch an andern von eben derselbigen Art zu erwarten. Denn wenn man von dem, was die Erfahrung bisher an Körpern von einer gewissen Art geleh-

ret

ket hat, auf andere, von eben derselbigen Art schlüsset; so lassen sich die Regeln der Wahrscheinlichkeit, welche aus der Analogie hergeleitet werden, Log. § 384 2c. anwenden. Schlüsset man aber von demjenigen, was man an mancherley Arten von Körpern bisher gefunden hat, auf alle übrige Körper: so läßet sich zwar die Wahrscheinlichkeit der Analogie nicht anwenden, welches wohl zu merken ist, weil der Begriff Körper ein bloßes Genus ist; es wäre denn, daß man von etwas redete, welches in dem Wesen der Körper, als Körper, seinen Grund hat, oder davon man aus andern Gründen urtheilen könnte, daß beständige äusserliche Ursachen darzu vorhanden wären Log. § 385. Man kan aber doch alsdenn aus derjenigen Qvelle der Wahrscheinlichkeit einen Schluß machen, welche aus der grössern Realität der Möglichkeit hergenommen wird Log. 379 2c. Hierauf ist aber auch eben Achtung zu geben, damit man die Regel nicht unrecht applicire. Z. E. man hat an allen Thieren wahrgenommen, so weit sie uns bekannt geworden, daß sie Nahrungsmittel brauchen und Werkzeuge dazu haben. Daher ist solches auch von andern, welche uns unbekannt sind, zu präsumiren. Hingegen würde es nicht folgen, daß weil alle Körper, damit wir Versuche anstellen können, schwer sind, auch der Aether schwer wäre.

von einerley Art schlüsset.

wäre. Denn man muß wenigstens als eben so leicht möglich einräumen, daß der Druck einer gewissen Art von Aether vielleicht die Ursache der Schwere ist; welches daher den Schluß auf denselben entkräftet. Gleichermaßen folget es auch nicht, daß die Nothwendigkeit zu sterben auch denen Menschen natürlich seyn muß, weil wir sie an andern Maschinen, die die Natur erzeuget, antreffen. Denn da erweislich ist, daß alle andere die Natur eines blossen Mittels haben, die Menschen aber unter die letzten objectivischen Zwecke Gottes gehören; so läßet sich von jenen auf diese nicht schlüssen. Bekanntermaßen beweisen auch einige aus dieser Regel, daß die Ausdehnung, Figur, Beweglichkeit u. s. f. allgemein sey, weil man sie bey den Versuchen mit einer Allgemeinheit an den Körpern findet. Doch muß man diesen Beweis nicht vor den einzigen davon halten, weil sich diese Eigenschaften auch durch den Weg der Demonstration erweisen lassen. Newton * hat in der Regel noch die Bedingung erfordert, daß man nach derselben von Eigenschaften schlüssen soll, welche an den Körpern dergestalt befindlich sind, daß sie weder vermehret noch vermindert werden können, wie wohl man sich in der Anwen-
dung

* Musschenbroek elem. phys. § 12. s'Gravesande phys. elem. math. L. I. c. 1.

dung nicht darnach zu richten pfleget. Es ist aber auch diese Einschränkung nicht nöthig, sondern er ist ohne Zweifel dadurch darauf gekommen, weil die wahren Bedingungen der Regel an denenjenigen Eigenschaften der Körper, welche weder vermehret noch vermindert werden können, am deutlichsten in die Augen fallen.

§ 54.

14) Wenn man etwas durch Versuche beweiset, dabey doch die zu erweisende Sache selbst in dem Versuche nicht sinnlich wird, sondern nur wegen einer Gleichgültigkeit ihrer Umstände mit dem, was man hier wahrnimmt, zugegeben werden soll: so muß man entweder die Ursachen von denen Phaenomenis wissen, welche sich bey dem Versuche zeigen; oder wenn man dieselben nicht weiß; so schlüßet man daraus nach denenjenigen Qvellen der Wahrscheinlichkeit, welche ich in der Log. § 379 ꝛc. die Betrachtung der realern Möglichkeit, und die Erwartung ähnlicher Fälle, genennet habe, welches aber sehr vorsichtig geschehen muß. Da diese Arten der Wahrscheinlichkeit gar subtile Bedingungen haben, welche auch bey verschiedenen Exempeln in verschiedenen

Wenn man etwas, das doch selbst nicht sinnlich ist, durch Versuche beweiset; so muß man entweder die Ursachen von denen sinnlichen Phaenomenis wissen, oder vorsichtig nach der Betrachtung der realern Möglichkeit oder der Analogie schlüssen.

nen Graden statt finden; so hat man sich wohl zu hüten, daß man aus gewissen Phaenomenis nicht zu viel schlüsset, und etwan die Wahrscheinlichkeit, darauf man schlüssen will, über ihren Beweisgrund ausdehnet; ingleichen hat man den Grad der Gewißheit, welchen die Sache erlanget, wohl zu bemerken. Denn wenn man die Ursachen von denen bey dem Versuche vorkommenden Umständen weiß; so kan man auf andere Fälle, wo dieselben, oder gleichgültige Ursachen, vorkommen, mit eben dem Grade der Gewißheit schlüßen, in welchem die Gleichgültigkeit der Ursachen daselbst gewiß ist. Z. E. das Zünden der Brenngläser beweiset völlig gewiß, daß bey einer grössern Annäherung die Sonnenstrahlen auch vor sich zünden würden. Denn man weiß, warum sie durchs Brennglas zünden, nemlich weil sie dichter werden. Wenn man aber die Ursachen noch nicht weiß; so kan man nicht anders aus dem Versuche auf andere Fälle schlüssen, als wiefern man aus andern Gründen urtheilen kan, daß dieselben in Ansehung der Umstände, die hieher einen Einfluß haben, denselben ähnlich seyn werden, sie bestehen, worinnen sie wollen. Schlüsset man nun auf Dinge von eben der Art; so gehet es nach den Regeln von Erwartung ähnlicher Fälle.

Schlüs-

Schlieſſet man aber auf andere Dinge; ſo iſt kein anderer Zuſammenhang möglich, als daß man muß poſtuliren können, es ſey die einzige, oder die realeſte Möglichkeit, die Dinge in denen hieher gehörigen Umſtänden vor ähnlich zu halten, und es laſſe ſich kein tauglicher Grund angeben, warum ſie darinnen unähnlich ſeyn ſolten, daher ſich die Schlüſſe alsdenn auf die Wahrſcheinlichkeit gründen müſſen, welche aus der gröſſern Realität der Möglichkeit hergeleitet wird. Wenn man daher ſolches klar machen will; ſo muß man die anſcheinenden Möglichkeiten durch disjunctiviſche Schlüſſe aus einander ſetzen, und alle bis auf eine wiederum hinweg ſchaffen. Hierbey aber läßet ſich leichte vieles verſehen, indem es darauf ankommt, wie viel einem von der Sache bekannt iſt, damit ihm viele Möglichkeiten beyfallen, und wie fleißig er ſich auch angewöhnet hat, auf alle Möglichkeiten herum zu ſinnen, und nicht bey dem, was ihm zuerſt einfällt, oder was ihm am geläufigſten iſt, oder wo er die Autorität berühmter Männer vor ſich hat, ſtehen zu bleiben. Z. E. die Erfahrung hat gelehret, als einem Hunde der Rückgrad ſauber durchbohret worden, daß bey der Berührung der äuſſern Haut des Rückenmarkes mit einer Nadel, das Thier über den ganzen Leib ſehr

stark erschüttert worden *. Hieraus kan man erstlich erweisen, daß solches ein idealischer Effect seyn muß, wozu eine Empfindung, und ein darauf erfolgtes Bestreben der Seele, mit geholfen hat. Denn eine so grosse Wirkung ist sonsten einer so kleinen Ursache nicht proportionirt. Man kan ferner daraus schliessen, daß die harte Hirnhaut und die davon entspringende äussere Haut des Rückenmarkes und der Nerven zur Bewegung vermittelst ihrer Elasticität, und der Erschütterung ihrer Theilchen, etwas beytrage. Denn man siehet keine andere Möglichkeit, wie ausser dem das bloße fluidum in den Nerven zu den wiederholten Bewegungen zureichend seyn sollte. Wenn man nun ferner schliesset, daß in andern Thieren, und den Menschen selbst, eben dergleichen statt haben würde; so gehet es nach der Analogie. Denn es ist kein Zweifel, daß dieser Effect nicht durch das eigene Wesen des Hundes determiniret werde, sondern dadurch, wie fern er einen Körper hat, welcher durch Nerven beweget wird, worinnen ihm andere Thiere ähnlich sind.

§ 55.

Wenn die Präsumtionen sehr vervielfältiget,

15) Wenn die physikalischen Präsumtionen auf solche Materien appliciplici-

* S. Hrn. D. Joh. Gottl. Krügers Naturlehre II Th. § 308, aus Baglivo de fibra motrica.

plicirет werden, welche uns sehr bekannt sind, oder auch wol so einfach sind, daß nicht viel Verwirrung dabey möglich ist; ferner wenn eine einzige Präsumtion sehr vielmal appliciret werden kan; und endlich, wenn deren mehrere zusammen kommen: so entstehet eine moralische Gewißheit; und dieses um so viel mehr, wenn noch durch den Zusammenhang der Sache mit wichtigen Endzwecken unseres Lebens ein Gewichte hinzukommt, § 37. Man hält alsdenn die Sätze vor so gut als demonstrirt, oder machet, wenn sie sich dazu schicken, Postulata der Erfahrung daraus. Denn in diesen Fällen wird die Wahrscheinlichkeit unendlich, oder sie bekommt wenigstens durch den Zusammenhang mit unsern Endzwecken und Verbindlichkeiten eine solche Stärke, daß wir ihr entweder nicht mehr widerstehen können und wollen, oder doch nicht dürfen Log. § 410, 417. Unterdessen ist doch die Gewißheit der Sache in der That auf dem Erkenntnißwege des Wahrscheinlichen entstanden, welches zur Rechtfertigung desselben, und zu einem vernünftigen Beyfalle auch in denenjenigen Fällen dienet, wo die Menge der Gründe so groß nicht ist, ob gleich der Form nach die Art zu schlüssen eben dieselbige ist. Z. E. der Satz, daß kein Mensch anders als durch

oder einfache bekannte Dinge appliciret werden: so geben sie eine moralische Gewißheit, zumal wenn die Sache mit wichtigen Endzwecken unseres Lebens zusammen hängt.

die Zeugung entstehe, ist ein Postulatum der Erfahrung. Er kan nicht demonstriret werden, weil Gott die präformirten Körper auch an andere beqveme Oerter hätte legen, und zu deren Auswickelung irgendwo hinlängliche Ursachen veranstalten können: zu geschweigen, daß es ihm auch unverwehrt ist, Menschen unmittelbar zu erschaffen. Der Satz ist aber dennoch gewiß, weil die Wahrscheinlichkeit, welche auf der Erwartung ähnlicher Fälle beruhet, hier unermeßlich ist. Wiederum ist es auch ein Postulatum der Erfahrung, daß die Luft allenthalben schwer ist. Es kommen aber dabey mehrere Qvellen der physikalischen Wahrscheinlichkeit zusammen, und zwar so, daß auch schon eine jede vor sich eine moralische Gewißheit geben würde. Zum Beschluß muß ich nochmals erinnern, daß man noch viel mehrere Regeln der physikalischen Wahrscheinlichkeit machen kan, wenn man die Qvellen der Wahrscheinlichkeit in der Vernunftlehre durchgehen, und specialer appliciren will, besonders aber wenn man das, was von jedem Körper in seiner Art präsumiret werden kan, abstrahiret.



Das

Das II Capitel.

Von der Materie und den Körpern überhaupt.

§ 56.

Unter der Materie verstehen wir dem ersten Begriffe nach dasjenige, was in den Dingen, die wir um uns sehen, das Subject ausmachet. Denn alles dasjenige, was wir an den Dingen um uns wahrnehmen, ist, nur Zeit und Raum ausgenommen, allezeit so etwas, davon uns die Natur zu denken nöthiget, daß es in etwas andern subsistiret: auf welche Nothwendigkeit der Natur derjenige Acht haben muß, welcher reale Begriffe suchet. Weil nun die Reihe von den Dingen, welche wir als in einander subsistirend denken, nicht unendlich seyn kan; so muß zuletzt ein metaphysisches Subject dazu daseyn, welches zwar nicht ohne alle Eigenschaften seyn kan, aber doch von den Kräften und Eigenschaften zu unterscheiden ist, Metaphys. § 18, 20, 111.

Was der erste Begriff von der Materie ist.

§ 57.

Wir müssen uns nun ferner umsehen, um uns vor einer bloß willkührlichen Einrichtung der Begriffe in acht zu nehmen, was uns die Natur selbst von dem Subject der Dinge, die wir um uns empfinden,

Was vor Eigenschaften der Materie die Natur lehret.

den, z. E. von Steinen, Holz, Wasser, u. s. w. lehret, welches entweder etwas seyn muß, ohne welches sich überhaupt kein Subject denken lässet, oder doch sonsten so etwas, welches voraus gesetzet werden muß, wenn das, was wir an den Dingen wahrnehmen, als möglich begriffen werden soll. Wer auf seine Begriffe aufmerket, wird von der Materie folgende Eigenschaften wahrnehmen. 1) Sie wird beweget. Denn die Bewegung ist das hauptsächlichste, was wir an den Dingen um uns empfinden, ja auf dieselbe kommt endlich alles hinaus. Hingegen denen Kräften schreiben wir die Bewegung nicht zu, sondern dieselben fahren nur fort in ihrem Subjecte zu seyn, indem dasselbe beweget wird. Die Bewegung selbst geschiehet im Raume. Der Raum aber wird nicht beweget, und es ist uns unmöglich zu gedenken, daß nicht das Subject von dem Raume, darinnen es beweget wird, unterschieden seyn solte. Metaphys. § 49-51. Von dem Subjecte denken wir, daß es in dem Raume ist, und ihn erfüllet. Von der Kraft aber denken wir dergleichen gar nicht, und es ist nur eine Unachtsamkeit auf die uns wesentlichen Wirkungen des Verstandes daran schuld, wenn einige so abentheuerlich reden, als ob Substanz und Kraft einerley wäre. Sie lassen sich dadurch verführen, daß das Subjectum ein

Sie wird beweget.

ein Primum in einem Dinge seyn soll, und unter der Kraft verstehen sie auch das Primum in dem Dinge. Sie bedenken aber nicht, daß das Subject nur das Primum ist in der Ordnung, wie das Mannigfaltige in einem Dinge in einander subsistiret; dahingegen die Kraft, wenn man sie vor das Primum in einem Dinge ausgeben will, es in derjenigen Ordnung seyn muß, wie eins durch das andere verursachet wird. Im erstern Falle redet man von einer Art der Existential-Abstraction, in dem andern aber von der Causal-Abstraction, daher diese beyden Prima unter sich gar nicht einerley zu seyn brauchen, es auch nicht seyn können. Log. § 96, 97.

§ 58.

Die Materie ist undurchdringlich.

2) Wir sind ferner genöthiget, die **Materie als etwas undurchdringliches** zu gedenken. Denn weil sie die Kraft haben, aber mit ihr nicht einerley seyn; ingleichen weil sie im Raume befindlich, aber mit ihm nicht einerley seyn soll: so würde gar kein etwas mehr übrig bleiben, sondern der Begriff würde uns verschwinden, wenn das Subject der Dinge, die um uns sind, nicht etwas undurchdringliches seyn sollte. Wir sind uns bewußt, daß wir zwey unterschiedene Subjecte an ganz einerley Orte nicht denken können. Da uns nun bey der Materie auch kein Gegenbeweis nöthi-

get, zwey Subjecte dem ungeachtet in ganz einerley Ort zu setzen, und etwan die Unmöglichkeit solches zu denken von unserer Einschränkung herzuleiten, Log. § 546 rc.: so handelten wir, wenn wir sie dennoch in einerley Ort setzten, dem Wesen unseres Verstandes zuwider. Man versuche es z. E. nur, ob man denken kan, daß in eine Kannenflasche, die mit Wasser gefüllt ist, zu gleicher Zeit auch noch eine Kanne Wein kommen kan. Die Erfahrung bestätiget diesen Satz, indem, wenn verschiedene Materien einander begegnen, eine der andern ausweicht; und wenn sie einander zu durchdringen scheinen, so theilen sie entweder einander nur leichte und mit Geschwindigkeit, oder eine begiebt sich in die Zwischenräume der andern.

§ 59.

Was Materie ist, ist ausgedehnt, entweder im physikalischen, oder wenigstens im mathematischen Verstande.

3) Die Materien äussern ganz verschiedene Wirkungen, und daraus erkennen wir, daß sie von verschiedener Art sind. Nun heißt die Zusammensetzung aus trennbaren Theilen, welche ausser einander sind, die **physikalische Ausdehnung**. Dem Raume aber, welchen ein Ding einnimmt, wie fern man von der Beschaffenheit des Dinges selbst abstrahiret, und sich an demselben Theile, die ausser einander gedacht werden, vorstellet, schreibet man die mathematische Ausdehnung zu, Metaphys. § 114 rc.

§ 114 ꝛc. Daher wird sie auch den Dingen selbst in so fern beygeleget, in wie fern man ihnen zuschreibet, daß sie einen Raum erfüllen, in welchen man sich Theile, die ausser einander sind, vorstellet. Folglich kommt demjenigen, was Materie ist, der Begriff irgend einer Ausdehnung zu, entweder der physikalischen, wenn es noch aus wirklich trennbaren Theilen bestehet; oder wenigstens der mathematischen, wenn man auf die ganz ersten Theile kommt, welche nicht wiederum aus andern bestehen.

§ 60.

Alle Materie hat eine Figur.

4) Weil die Bestimmung der Schranken einer Substanz in Absicht auf den Raum, den sie einnimmt, die Figur derselben heißt, so muß auch alle Materie eine Figur haben. Sie würde auch sonst der Bewegung nicht fähig seyn, weil dasjenige, was beweget werden soll, Seiten haben muß, die es von dem termino a quo gegen den terminum ad quem kehren kan. Und dieses gilt so wol von ganzen Klumpen Materie, als auch von ihren allerersten Theilen. Hiermit verwirre man nicht, daß es uns deswegen wohl unmöglich fallen kan, die Figur gewisser materialen Substanzen zu bestimmen, ingleichen daß sich vielleicht die Figur bey einigen immer verändern kan, welches aber nicht hindert,

 daß

daß sie doch in iedem kleinsten realen Zeitpuncte eine bestimmte Figur haben müssen.

§ 61.

Die vorigen Eigenschaften fliessen aus dem Begriffe eines endlichen Subjectes überhaupt.

Wenn wir nun weiter Achtung geben, ob die erzehlten Qvalitäten der Materie eigen sind; so finden wir, daß sie eigentlich aus dem Begriffe eines endlichen Subjects herfliessen, woraus aber noch nicht folget, daß ein iedes endliches Subject Materie ist. Man nehme nun den Hauptsatz dazu, daß durch Bewegung keine Gedanke möglich ist; und also die denkenden Kräfte ihre besondern Subjecte erfordern, welche einfach sind, Metaphys. § 429 rc. 471, 473: So wird man von der Materie den fernern geschlossenen Begriff erlangen, daß sie ein Ding sey, in welchem bloße Bewegungsfähigkeit anzutreffen ist. Hingegen die Subjecte, darinnen denkende Kräfte sind, heissen Geister; und darinnen ist die Materie von den Geistern wesentlich unterschieden, daß ihr die denkenden und wollenden Kräfte fehlen, und die bloße Bewegungsfähigkeit übrig gelassen ist. Hingegen kommt die Bewegungsfähigkeit dem Geiste ebenfalls zu, wenn er endlich ist. Sie ist aber dem Begriffe des Geistes zufällig, weil auch das unendliche Wesen ein Geist, und doch keiner Bewegung fähig, ist; wie denn auch die Bewegungsfähigkeit der endlichen Geister nicht

Fernerer Begriff der Materie. Sie ist ein Ding, darinnen blosse Bewegungsfähigkeit anzutreffen ist.

aus dem Begriffe des Denkens, sondern aus der Endlichkeit des Subjects, verstanden wird. Wir postuliren ietzo, daß man an den Materien, welche wir um uns empfinden, nichts weiter als Bewegungsfähigkeit entdecket. Wo man aber aus den Wirkungen derselben auf mehreres schlüssen kan, da schlüssen wir auch auf das Daseyn eines Geistes. Die Bewegungsfähigkeit an der Materie kan zweyerley seyn, die bloß leidende, oder eine thätige, das ist eine solche, vermöge welcher die Materie thätige Kräfte besitzet. Daher ist die Materie in der Metaphysik in die Materiam primam s. metaphysicam, und in die thätige Materie eingetheilet worden, Metaphys. § 362. Wiefern eine oder die andere wirklich vorhanden ist, wird im folgenden untersuchet werden.

Die Materie ist entweder von bloß leidender, oder auch von thätiger Bewegungsfähigkeit.

§ 62.

Ein Körper, in der physikalischen Bedeutung, heisset eine Substanz, welche aus andern wirklich trennbaren Substanzen, welche in einer physikalischen Vereinigung stehen, zusammengesetzt ist. Ich setze die physikalische Vereinigung der moralischen entgegen, und sie bestehet bey dem Körper darinnen, daß die sämmtlichen Theile desselben ein solches Ganzes ausmachen, dessen Theile unter einander eine reale Einwirkung haben, vermöge welcher sich die

Was ein Körper in der physikalischen Bedeutung heisset.

die Bewegung des einen nach dem andern richtet. Die natürlichen Körper bestehen demnach aus Materie, und sind ein zusammengesetztes materiales Ganzes; und in so fern sind es hernach nur zwey unterschiedene Betrachtungsarten, wenn man ein zusammengesetztes Ganzes bald Materie, bald einen Körper nennet. Es heisset nemlich dasselbe Materie, wiefern man dessen Theile als Dinge betrachtet, welche nicht mehr als bloße Bewegungsfähigkeit haben. Ein Körper aber heisset es, wiefern man es sich als aus trennbaren Theilen zusammengesetzt vorstellet. Daß diese Bedeutung dem Sprachgebrauche gemäß ist, erhellet daraus, weil man unstreitig die Körper in der Naturlehre den Geistern und den Elementen, davon wir im folgenden handeln werden, entgegen setzet, von denen sie hiemit richtig unterschieden werden, ohne von ihrer Beschaffenheit zum voraus etwas unerwiesenes anzunehmen. Wenn daher die Elemente keine denkende Kraft haben, wie sie ihnen denn ohne Grund zugeschrieben wird; so sind sie zwar Materie, nicht aber Körper in der physikalischen Bedeutung. Mit der letztern aber verwirre man nicht die Bedeutung des Wortes Körper in der Mathematik, da der Körper denen Puncten, Linien und Flächen entgegen gesetzt, und dadurch eine solche Quantitas continua verstanden wird, welche

Mathematische Bedeutung des Wortes Körper.

welche nach allen Dimensionen ausgedehnt ist. Man abstrahirt daselbst völlig von der Beschaffenheit des Wesens einer Substanz, welcher dergleichen Größe zukommt. Man wird es nur leicht gewohnt, dasjenige, was in der mathematischen Bedeutung ein Körper ist, auch vor einen Körper im physikalischen Verstande zu halten, weil dasjenige, was man von dem mathematischen Körper erweiset, auf die physikalischen appliciret wird, und weil es eben zu diesem Zwecke abstrahiret worden. An sich selbst aber ist es dem Begriffe des mathematischen Körpers völlig gleichgültig, die Substanz, darauf er appliciret wird, mag aus trennbaren Theilen bestehen, oder nicht; und daraus, daß einer Substanz der Begriff des Körpers im mathematischen Verstande zukommt, folget eben so wenig, daß deswegen eine wirkliche Zusammensetzung in ihr ist, als es folgen würde, daß eine oratorische Figur die Eigenschaften einer Figur in der Geometrie habe; oder daß ein Casus in der Grammatik eben so, als ein Fall von der Höhe, eine Annäherung zum Mittelpuncte der Erden sey, ob wol in beyden Fällen einerley Wort gebrauchet wird. Dieses muß man auch merken, wenn der Raum ein Körper genennet wird. Es muß nemlich das Wort im mathematischen Verstande genommen werden, wenn nicht ein Irrthum began-

Ob der Raum ein Körper oder Substanz heissen kan.

gen

gen werden soll. Auf diese Weise läßset sich die Benennung entschuldigen. Hingegen, welches ich im vorbeygehen erinnern muß, eine gewisse andere Benennung, da einige den Raum eine Substanz nennen, ist ganz ungeschickt. Denn eine Substanz muß aus einem Subjecte und Qvalitäten bestehen, welche darinne subsistiren. Der Raum aber ist kein Subject, sondern ein äusserliches Abstractum der Existenz, welches zu einer ganz besondern Classe der unvollständigen Dinge gehöret, Metaphys. § 18, 46 etc. Die Substanzen, welche den Raum erfüllen, subsistiren nicht darinnen. Man müßte wenig Aufmerksamkeit auf seine Begriffe anwenden, wenn man nicht innerlich empfinden wolte, daß man ganz verschiedene Arten vom darinnen seyn gedächte, wenn man z. E. saget, die Kraft ist im Körper, und der Körper ist im Raume. Daß unsere Sprache nicht Worte genug hat, diese verschiedenen Gedanken, welche uns die Natur selbst zu denken nöthiget, genau zu bezeichnen; wird sich ein aufrichtiger Liebhaber der Wahrheit bey dem Nachsinnen über die Sachen nicht irren lassen.

§ 63.

Die Natur unterscheidet die Körper vermit-

Bey iedwedem Körper, welchen die Natur selbst von andern unterscheidet, muß ein Grund vorhanden seyn, warum er als ein

ein einziger, und als ein besonderes Ganzes, anzusehen ist. Metaphys. § 369. Dieser kan in nichts anders, als in der Vereinigung seiner Theile, liegen, vermöge welcher sie einen Widerstand äussern, wenn sie getrennet werden sollen, und daher, wenn keine zur Trennung genugsam grosse Ursache vorhanden ist, auch bey der Bewegung dergestalt vereinigt bleiben, daß der eine mit folget, wenn der andere bewegt wird. Diese Vereinigung der Theile eines Körpers heisset die Cohäsion oder der Zusammenhang. Wenn die Cohäsion der Theile eines Körpers sehr schwach, und doch dabey von der Art ist, daß die Theile des Körpers durch bloße Berührung wiederum in Cohäsion treten; so wird er flüßig, ausser dem aber fest, genennet. Die Gründe hievon werden an ihrem Orte untersuchet werden. Diejenigen Körper, welche die Natur unserer Betrachtung darstellet, sind zwar über dieses auch alle aus Theilen von verschiedener Art zusammengesetzt, welches sich durch die Induction erweisen liesse. Unterdessen hat man doch keinen Grund zu sagen, daß es nothwendig so seyn müßte. Die Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilen ist demnach dem Begriffe des Körpers zufällig, und die Körper in Abstracto betrachtet, lassen sich in homogene und heterogene eintheilen. Im gemeinen Reden aber nennen

wir

[Marginal notes: …teht der Vereinigung ihrer Theile. — Daher entsteht der Begriff der Cohäsion, des Flüßigen und Festen. — Ob es zum Wesen eines Körpers gehöret, daß er aus ungleichartigen Theilen bestehe.]

wir deswegen einen Körper in sofern homogen, wiefern wir keine Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilen an ihm wahrnehmen.

§ 64.

Die Materie ist in undenklich kleine Theile getheilet.

Die Materie ist von der Natur in undenklich kleine Theile eingetheilet. Dieses ist ein Hauptsatz, den man sich feste einprägen muß, weil man ohne ihn in der Naturlehre durchaus nirgends fortkommen kan. Damit man sich nicht ohne Noth einen Anstoß mache, so stelle man sich zuförderst die Gründe der Möglichkeit hiervon deutlich vor.

Gründe der Möglichkeit einer undenklichen Subtilität der Materie. Groß und klein sind relativische Begriffe, welche wir nach unserer Substanz und Empfindung zu schätzen pflegen.

Wenn wir etwas groß oder klein nennen; so sind solches bloß relativische Begriffe, welche sich auf ein gewisses Maaß beziehen, damit wir die Sache vergleichen. Ordentlicher Weise vergleichen wir sie theils mit unserer Substanz, theils mit unserm Vermögen etwas zu empfinden. Z. E. wenn wir ein Thier groß oder klein nennen, und es nicht mit andern von seiner oder einer andern Art vergleichen; so vergleichen wir es mit uns selbst. Eine Milbe nennen wir klein, weil sie sehr viel mal kleiner ist, als wir. Einen Elephanten aber nennen wir groß, weil er viel grösser ist. Ferner sehen wir auf das Vermögen unserer Empfindungen. Z. E. wir nennen denjenigen Punct klein, wel-

welchen wir in der Entfernung, da unser Gesichte am schärfsten ist, kaum noch unterscheiden können. Hier hat man nun zu überlegen, daß so wohl die Größe, welche Gott unserm Körper, als auch die Einschränkung, welche er unserer Empfindung hat geben wollen, etwas bloß willkührliches gewesen ist, und daß es auf seinem Belieben und auf seinen weisen Absichten beruhet hat, was er beyden vor eine Proportion gegen diejenigen Substanzen hat geben wollen, welche er in der Welt zu den ersten und völlig untheilbaren gemacht hat. Man setze, daß Gott die Augen der Menschen blöder gemacht hätte, und nehme einen Blödsichtigen dabey zum Beyspiele an. Die kleinen Puncte, die wir ietzt noch deutlich unterscheiden, würden uns alsdenn völlig verschwinden; und der kleinste Punct, welchen wir alsdenn noch unterscheiden würden, bestünde aus sehr vielen solchen, wie wir ietzo empfinden. Man setze diese Betrachtung eine Zeitlang stuffenweise fort, so wird man sich z. E. eine Art von Gesichte vorstellen können, in Ansehung dessen die ganze Erdkugel dasjenige wäre, was in Ansehung unserer ein einziger merklicher Punct ist. Was haben wir nun vor einen logikalischen Grund zu schlüssen, in was vor eine Station uns Gott gesetzt habe, ohne nur daß wir auf die Phaenomena Achtung geben, welche uns

Die Bestimmung unserer Grösse und der Subtilität unserer Sinne ist bey Gott willkührlich.

die Natur darbietet? Daraus, daß wir etwas nicht mehr empfinden können, entstehet nicht die geringste logikalische Schwierigkeit gegen irgend einen andern Beweis, welcher erhärtet, daß es wirklich ist. Es ist eben so leicht möglich, daß uns Gott z. E. mit unsern Empfindungen in die Mitten gestellet hat, und dieselben von dem kleinsten und von dem größten gleich weit entfernt sind, als daß er uns einen andern Posten angewiesen hat. Ich meine, wie sich verhält die Menge der Substanzen in dem größten Umfange, den wir übersehen können, und deren iedwede noch so groß ist, daß wir sie in der Entfernung, wo unser Gesichte am schärfsten ist, noch unterscheiden könnten, so könnte sich leicht die kleinste Substanz, die wir noch unterscheiden können, zu derjenigen verhalten, welche in der Natur wirklich die kleineste ist. Alsdenn würde der kleinste Punct, den wir sehen, ein gnugsam grosser Raum vor eine ganze Welt voll Geschöpfe seyn, deren Menge und Mannigfaltigkeit wir nicht einmal zu fassen vermöchten. Ja es könte seyn, daß das Verhältniß unserer Sinne zu dem kleinsten in der Natur noch viel grösser und wunderbarer wäre. Wenn wir daher vernünftig handeln wollen; so müssen wir uns in der Naturlehre so angewöhnen, daß es uns völlig gleichgültig ist, wenn irgendwo noch so eine grosse

Sub-

Subtilität der Materie angenommen werden muß, und daß wir uns bloß nach den Phaenomenis und denen darauf richtig gebaueten Schlüssen richten. Unsere Sinne können hier keinen Ausspruch thun, und es ist eine Uebereilung, wenn man meinet, daß, daher eine logikalische Schwierigkeit vor den Verstand entstehe § 32. Daß wir uns die Dinge mit einer gewissen Grösse vorzustellen pflegen, welche wir nach der Einschränkung unserer Sinne schätzen, kommt daher, weil sich unsere Erkenntniß von den Sinnen anfängt, und weil die Menschen träge sind, sich zu scharfer Abstraction anzustrengen. Denn daher bleiben unsere Vorstellungen von den Größen in dem Zustande, wie sie uns die Sinne geben, und viele werden kaum gewahr, daß sie einen Verstand haben, welcher deutlich begreiffet, daß der Stoff unserer Erkenntniß, den uns die Sinne geben, nur dienen soll, uns von der Existenz gewisser Dinge, und von einigen Eigenschaften derselben Nachricht zu geben, daraus das fernere nach denen in den Wesen der Begriffe liegenden Kennzeichen der Wahrheit allererst geschlossen werden muß; ingleichen daß die symbolische Erkenntniß der anschauenden nicht nothwendig an der Gewißheit etwas nachgiebt, ob sie gleich ihrem Inhalte nach unvollständiger, und gemeiniglich auch schwerer zu denken, ist § 28, 30.

§ 65.

Beweise von der Subtilität der Materie.

Daß aber die Natur wirklich die Materie unbeschreiblich subtil eingetheilt hat, lehren unzählige Erfahrungen. Man gebe z. E. auf die Auflösung der Körper in Rauch Achtung. Denn die Rauchtheilchen müssen zuvor in der aufgelöseten Materie wirklich darinnen gewesen seyn, und sie sind nicht einmal die einzigen gewesen, welche den Körper ausgemacht haben. Gleichwol breitet sich der Rauch von einem kleinen Körper durch eine große Gegend aus, und in iedem Puncte rühret er noch das Gesichte und auch wohl den Geruch, welches theils die Subtilität der Theile des Körpers, theils die Grobheit unserer Sinne beweiset. Die letztere erscheinet erstlich daraus, weil der Rauch sich unserm Gesichte als ein zusammenhangender Körper darstellet, und wir also die Zwischenräume der Theile zu der Zeit noch nicht empfinden, ungeachtet die Theile sehr vielmal weiter von einander entfernet seyn müssen, als sie zuvor waren. Ferner da wir ihn sehen können, so müssen von iedem Theilgen noch eine Menge Lichtstrahlen zurückgeworfen werden, weil aus andern Erfahrungen gewiß ist, daß eine große Menge Lichtstrahlen erfordert werden, wenn uns ein Punct sichtbar werden soll. Endlich da die Rauchtheilgen unsern Geruch noch zu rühren geschickt sind, da doch zum Geruche

ruche unstreitig ein viel stärkerer Anstoß, als zum Gesichte, erfordert wird; wie weit muß ihre Grösse von dem, was in der Natur das kleineste ist, noch entfernet seyn? Man überlege ferner die unsichtbaren Ausdünstungen der riechenden Körper. Auch eine abgepflückte Blume, in welcher also die abgehende Materie nicht durch andere nachkommende ersetzet wird, riechet dennoch sehr lange, und oft in einem ziemlich großen Umkreise. Man hat die Erfahrung mit Materien angestellet, welche am allerstärcksten riechen, und in vielen Tagen kaum einen Abgang von wenigen Granen am Gewichte verspüret *. Man bedencke, wie subtil diejenigen Materien seyn müssen, welche durch andere, die uns ganz dichte zu seyn scheinen, frey durchgehen. Das Glas ist so dichte, daß man die feinsten Spiritus darinnen verwahret. Und wir haben doch iezt gesehen, wie subtil schon die Ausdünstungen derselbigen sind. Gleichwol gehet das Licht durch dasselbe durch, und muß also noch genugsam grosse Oeffnungen in allen Directionslinien vor eine solche Menge der Lichtstrahlen antreffen, als erfordert werden, uns alle Puncte, die wir ausser dem sehen würden, annoch sichtbar zu machen. Der Schall gehet durch dicke Mauern. Schon

* S. des Freyherrn von Wolf Gedanken von den Wirkungen der Natur, pag. 10.

die Wasser- und Oeltheilchen breiten sich in die Zwischenräume der festen Körper und erstaunlich weit aus. Sonderlich aber ist die Materie der Wärme merkwürdig, weil nirgends ein so fester Körper gefunden wird, welcher nicht davon durchdrungen würde. Die festen Körper lösen sich in flüßigen Materien mit unbeschreiblicher Subtilität auf. Die Brechbecher oder pocula emetica perpetua, welche aus einem Regulo Antimonii gemacht werden, kan man viel Jahre ohne merklichen Abgang am Gewichte brauchen, da sie doch jedes mal dem darein gegossenen Weine eine grosse Menge von Theilchen abgeben müssen, weil er sonst Brechen zu erregen dadurch nicht könnte geschickt gemacht werden. Das Gold, der dichteste Körper unter allen, lässet sich so gar mechanisch erstaunlich subtil theilen. Reaumur hat bemerket, daß eine Unze Gold durch die Goldschlager in so feine Blättgen geschlagen wird, welche 146 Pariser Fuß ins gevierte bedecken. Die Dicke eines solchen Goldblättgens ist an manchen Orten nicht $\frac{1}{30000}$ einer Linie. Doch ist diese Dicke selbst noch ansehnlich in Vergleichung mit der Feinheit der Goldfläche, welche die vergoldeten Silberfaden bedecket, welche man über die Seide spinnet. Ein silberner Cylinder 45 Mark schwer, welcher 22 Zoll lang ist, und 15 Linien im Diameter hat,

wird,

wird, wenn die Vergoldung stark werden soll, mit 6 Unzen Goldblättgen, bey der leichtern und gemeinen Vergoldung aber nur mit 2 oder gar 1 Unze vergoldet. Gleichwohl lässet er sich in einen Faden ausziehen, welcher 1163520 Fuß lang ist, oder dessen Länge, wenn man sie in Meilen verwandelt, und 2000 Ruthen vor die Meile nimmt, 96 Meilen und 196 Ruthen beträgt. Dieser Faden ist noch immer über und über vergoldet, und daß das Gold eine zusammenhangende Fläche ausmachet, wird sichtbar, wenn der vergoldete Silberfaden in Scheidewasser aufgelöset wird, da nach der Auflösung des Silbers sich das Gold in ein besonderes holes Röhrgen zusammensetzet. Nach fernerer Betrachtung der Manier, wie die Künstler mit einem solchen Faden verfahren, schliesset er, daß das Goldblättgen, welches einen silbernen Faden vergoldet, weniger als ein Milliontheil einer Linie seyn kan *. In dieser Subtilität sind die Theilchen doch noch wirkliches Gold, das Gold selber aber ist noch aus andern Theilen zusammen gesetzt. Die größte Aufmerksamkeit scheinet noch dasjenige zu verdienen, was bisher die Vergrösserungs-

* Memoires de l' Acad. Roy. des Sciences, 1713, pag. 267 &c. Einen andern Calculum siehe in s' *Gravesand*, elem. phys. mathem. edit. III. Tom. I. p. 15.

gläser gelehret haben. Denn da man durch dieselben, wenn sie hundert tausend und mehr mal vergrössert haben, dennoch Thiere wahrgenommen hat, welche auch in dieser Vergrösserung etwan die Grösse eines Sandkorns gehabt haben, und deren Körper doch eben so wol aus Gliedmaßen und Werkzeugen der Empfindung zusammen gesetzt seyn muß, so urtheile man z. E. wie groß das Herze oder ein anderes Glied eines solchen Thierchens, oder wie groß ein Fäsergen desselben sey, aus deren sehr vielen es doch zusammen gesetzt seyn muß. Man brauchet die Vergrösserungs-Gläser nicht einmal so fein, so wird man in einem Tropfen Wasser, welcher etwan so groß als der Knopf einer kleinen Steckenadel ist, nachdem man das Wasser im Sommer ein paar Tage hat stehen lassen, ganze Haufen Thiere ganz eigentlich gewahr werden, welche wie ein Schwarm Mücken durch einander herum fahren. Es ist überflüßig, noch mehreres von den Beweisen der Subtilität der Materie anzuführen, weil die Schriften der neuern Physicorum allenthalben davon voll sind *.

§ 66.

* S. des Freyherrn von Wolf Versuche, III Th. 6 Cap. *Muschenbroek* elem. phys. § 28. Bernh. Nieuwentyts rechter Gebrauch der Weltbetrachtung, 26 Betr. nach Hrn. D. Joh. Andr. Segners Uebersetz. pag. 479 ic.

§ 66.

Es entstehet nun ferner die Frage, ob die subtile Theilung der Materie unendlich fortgehet, oder ob man zuletzt auf Elemente kommen muß. Wir nennen **Elemente** die kleinsten Substanzen, daraus die Körper bestehen; welche daher nicht wieder aus andern zusammen gesetzt, sondern wirkliche erste Einheiten der Natur sind. Die letztere Frage ist mit ja, die erste mit nein, zu beantworten. Das ist zwar ungereimt, wenn man die Elemente durch Versuche sinnlich machen, oder ausser dem leugnen will. Denn da unsere Empfindung durch sehr zusammen gesetzte Werkzeuge geschiehet, welche auch iedesmal durch eine ganze Menge der Materie, wodurch die Empfindung bewirket wird, afficiret werden müssen; so können wir die kleinsten Theile unmöglich empfinden, weil die Bedingungen unserer Empfindungen allererst in einer starken Zusammensetzung statt haben. Die Beweise aber, daß keine wirkliche unendliche Theilung einer endlichen Substanz statt findet, sind in der Metaphysik ausgeführet. Eine Menge endlicher Dinge ist allezeit selbst endlich, und das Gegentheil hat einen Widerspruch, **Metaphys.** § 148, 149. Das wirklich unendliche, nemlich welches infinitatem simultaneam hat, kan weder vermehret noch vermindert werden, **Metaphys.** §

Ob die Materie unendlich getheilet ist, oder ob es Elemente giebt.

Was ein Element ist.

Warum die Elemente nicht durch Versuche bewiesen werden können.

Die Materie ist nicht unendlich getheilet.

147. Wenn daher mehrere wirklich unendliche Größen gesetzet werden; so müssen sie einander gleich seyn. Von den Körpern aber wissen wir, daß sie sich vermehren und vermindern lassen. Und was könnte man lächerlichers sagen, als daß ein Tropfen Wasser aus so vielen Theilen, als das ganze Weltmeer, bestehe, welches so seyn müßte, dafern er aus einer wirklich unendlichen Menge von realen Theilen bestünde.

Ursachen der Verwirrung hierbey.

Daß einige die unendliche Theilbarkeit der Materie anzunehmen geneigt sind, kommt von der Verwirrung des Körpers im mathematischen Verstande mit dem wirklichen Körper im physikalischen Verstande, und überhaupt von der Verwirrung der mathematischen Betrachtungen mit den metaphysischen und physikalischen her §. 9, 62.

Ob Gott unendlich fort immer kleinere Substanzen machen kan.

Ein anderes aber ist es, wenn man die Frage aufwirft, ob Gott nicht beständig noch kleinere materiale Theilchen machen könnte, welche nicht physikalisch, sondern metaphysisch ist. Metaphys. § 110, 148. Ich antworte darauf; in einer iedweden Welt, müssen zwar irgend einige Substanzen die ersten, und irgend einige die kleinesten seyn. Man hat auch keinen Grund zu leugnen, daß Gott einfache Substanzen von beliebiger Grösse, und also auch grösser, als die Elemente in dieser Welt sind, machen kan. Es ist aber vorsichtig zu antworten, wenn

man

man nächst diesem noch fraget, ob Gott auch, wenn er eine andere Welt schaffen wolte, an die Stelle der Substanzen, die jetzt die kleinsten sind, beständig noch kleinere setzen könnte, d. i. ob er nicht in den Raum, welchen in einer Welt ein kleinestes Theilchen einnimmt, beständig etliche andere, die kleiner wären, setzen könnte, welches einige, obwohl unbeqvem, also ausdrücken: ob Gott die Materie ins unendliche fort theilen könne. Es ist freylich kein Widerspruch, zu sagen, daß durch eine Infinitatem progressivam Gott die ersten Substanzen in einer Welt immer noch kleiner machen könne. Man kan doch aber auch nicht wissen, ob vielleicht aus Gründen, die wir nicht fassen, irgend eine Grösse in dem göttlichen Verstande selbst die allerkleineste ist, die ein reales Ding haben kan. Daher bleibet hier ein Punct übrig, welchen wir mit Gewißheit gar nicht ausmachen können. Uebrigens merke man, daß diejenigen die Streitfrage aus der Acht lassen, welche sich einbilden, daß, wer in der Theilbarkeit der Materie die Infinitatem progressivam einräumet, auch hiemit gestehe, daß die wirklich vorhandene Materie aus unendlich vielen Theilen zusammen gesetzt sey. Sie meinen, man dürfe sich nur die unendliche Menge der möglichen Theilchen in einem vorhandenen Körper als abgezeichnet vorstellen, so würde man in denselben

Widerlegung eines Scheingrundes vor die unendliche Theilbarkeit der Materie.

selben

selben in der That unendlich viele Theile haben. Es liegt hier abermals die gewöhnliche Verwirrung der mathematischen und philosophischen Betrachtungen zum Grunde, und man verändert unvermerkt sowol den Begriff des zu theilenden Dinges, als der Theilung. Denn wer von einer wirklichen Theilung redet, der muß ja bedenken, daß ein endliches Ding kein Subject oder Grundkraft hervor bringen, und auch keines vernichten kan. Die Theilung also, welche in der Welt von endlichen Dingen geschiehet, bestehet nur darinnen, daß Dinge, welche die Natur selbst schon getheilet, und zu verschiedenen Subjecten gemacht hat, die auch mit ihren Kräften versehen sind, von einander beweget werden. Wo also dergleichen nicht sind, da heißt die Frage, ob ein Ding in so viel Theile getheilet werden kan, als man sich darinnen vorstellet, nur so viel, ob, wenn die Menge der angenommenen Theile grösser ist, als die Anzahl derer darinnen befindlichen unterschiedenen Substanzen, ob, sage ich, es Gott nicht möglich sey, in dem Raume, den ietzt ein einziges reales Ding einnimmt, mehrere kleinere zu erschaffen, welche hernach einen theilbaren Körper ausmachen, und eine fernere Theilung möglich machen würden, welche Frage ietzo beantwortet worden. Man vermeinet Ursache zu haben, eine unendliche Theilung der

der Materie zu behaupten, weil sich der Raum in den Gedanken beständig scheinet theilen zu lassen. Man bedenket aber nicht, daß diese Theilung ein blosser Schein ist, weil der kleinste Realtheil des Raumes nichts anders, als der Ort vor die kleinste Substanz, seyn kan. Metaphys. § 167; und man gleichwohl nicht wissen kan, ob vielleicht irgend eine überhaupt unter allen möglichen die kleineste ist.

§ 67.

Weitere Untersuchung von der Natur der Elemente.

Eine viel schwerere Frage aber ist, was für Eigenschaften man den Elementen beyzulegen hat, und wie vielerley Arten derselben seyn mögen. Erstlich ist gewiß, daß die Elemente, wenigstens einige, und die meisten darunter, thätige Kräfte haben müssen. Denn es gehen in der Welt thätige Veränderungen vor, welche man der unmittelbaren Thätigkeit Gottes wider alle Natur physikalischer Untersuchungen zuschriebe § 42. Die Trägheit, woraus einige alles zu erklären vermeinen, und daher die thätige Kraft bloß den Geistern zueignen, gründet sich auf die Verwirrung eines Generalbegriffs mit einer wirkenden Ursache, wie schon § 21 gezeiget worden.

Die Elemente haben thätige Kräfte.

§ 68.

Die Elemente müssen eine be-

Ferner müssen die Elemente ihre bestimmte Figur und Größe haben.

Denn

stimmte Figur und Grösse haben.

Denn erstlich lassen sie sich nicht anders denken, welches auch nicht etwan der Einbildung zuzuschreiben ist, Metaphys. § 50, Log. § 259. Zum andern wäre auch durch dieselben sonst weder Bewegung noch Körper möglich. Denn iede Bewegung muß ihren terminum a quo und ad quem haben, und daher muß das Ding, welches bewegt werden soll, eine Seite gegen den einen zu, und von dem andern abkehren können, folglich muß es Seiten haben. Und da man bey der Bewegung nichts anders denket, als daß das Subject seinen Ort verändert; so ist auch die Bewegung nicht etwan eine Erscheinung, Log. § 185, welche durch unbegreiffliche Kräfte solcher Monaden in dem Körper bewirket wird, welche doch selbst keiner Bewegung fähig wären, sondern die Bewegung des Ganzen geschiehet unmittelbar durch die Bewegung der Theile, gleichwie der Marsch der ganzen Armee unmittelbar durch den Marsch der einzelnen Soldaten geschehen muß. Ferner könten solche Elemente, die nicht selbst Seiten hätten, auch keinen Körper ausmachen. Denn der Körper soll nicht eine bloße Zahl seyn, welche freylich aus Einheiten erwächset, die keine Zahl sind, sondern er soll eine Quantitas continua seyn, welche nicht anders entstehen kan, als durch die Zusammensetzung solcher Theile, die selbst dergleichen

Quan-

Qvantität haben, und einander berühren. Es folget auch daraus nichts ungereimtes, wenn man sich nur überzeuget, daß einige darunter nothwendig die ersten, und natürlicher weise untheilbar sind.

§ 69.

Was der Grund von der Untheilbarkeit der Elemente ist.

Allein, man wird fragen, wodurch die Elemente untheilbar sind, wenn sie noch selbst eine Größe haben? Die Antwort der Gassendisten thut mir nicht genug, welche sich nur auf die Solidität beruffen, und die Untheilbarkeit daraus herleiten wollen, weil keine leeren Räumchen darinnen enthalten wären, darein andere Materien dringen, und sie theilen könnten. Denn man kan noch immer fragen, warum sie nicht durch äusserliche Gewalt, die von zwey entgegen gesetzten Seiten zugleich geschähe, von einander gerissen oder zerschnitten werden könten. Vielmehr ist erstlich überhaupt zu antworten, daß es die Gesetze der Wahrheit nicht anders gestatten, als daß einige Substanzen in der Welt die ersten, und untheilbar sind, weil sonsten die Materie unendlich getheilet seyn müßte, welches widersprechend ist § 66. Es ist übereilt, sich daran zu stossen, daß in der Extension kein Grund zur Untheilbarkeit lieget. Denn es ist nichts daran gelegen, daß er eben in derselben zu finden ist, wenn

Ueberhaupt liegt der Grund davon in den Gesetzen der Wahrheit.

er

er nur irgendwo vorhanden ist. Ist denn dasjenige, was durch die Gesetze der Wahrheit nothwendig gemacht wird, nicht eben so gewiß, als dasjenige, was aus einer einzigen Eigenschaft der Körper geschlossen werden kan, in welcher Cartesius das ganze Wesen des Körpers fälschlich, und auf eine solche Art, gesuchet hat, welche mit dem Begriffe, wie man das Grundwesen der Dinge untersuchen muß, streitet, Metaphys. § 39? Noch näher aber kan man den Grund daraus angeben, daß zu einem vollständigen Dinge Subject und Kraft gehöret, und daß ein endliches Ding ein Subject oder eine Grundkraft weder hervorbringen, noch vernichten kan, Metaphys. § 145. Denn daraus begreiffet man, daß die physikalische Theilung nothwendig allezeit in einer bloßen Voneinanderbewegung solcher Substanzen bestehet, die Gott in der Natur selbst schon getheilet, und zu unterschiedenen Substanzen gemacht hat § 66; und daß so viel einfache und untheilbare Dinge in der Welt sind, als Substanzen da sind, welche die Natur selbst zu einem einzigen Subjecte gemacht, und ihnen wenigstens eine besondere Grundkraft gegeben hat, welche eben, mit dem Subjecte zusammen genommen, die Substanz ausmachet, so daß iedes, ohne das andere betrachtet, nur ein unvollständiges Ding wäre, und nicht

Noch näher ist er aus dem Wesen und Vermögen der endlichen Substanzen begreifflich.

seyn

seyn könnte. Denn so bald man setzen wolte, daß ein solches Ding weiter getheilet würde; so gienge die Kraft desselbigen, und hiemit das Ding selbst, unter, und es geschähe also keine Theilung. Was hindert dieses dabey, wenn der Raum, den es einnimmt, von unserm Verstande weiter getheilet werden kan; oder wenn er auch mehrere wirklich trennbare Substanzen zu fassen geschickt ist, welche aber ietzo nicht da sind? Die allgemeinen Eigenschaften der Figuren, welche man zu erweisen pfleget, indem man sich dieselben beqvem zergliedert, und in willkührliche Theile theilet, lassen sich zwar auf einfache und zusammen gesetzte Substanzen, denen dergleichen Grössen zukommen, appliciren. Bey den erstern aber läßet sich nur daraus erkennen, wie ferne sie etwas mechanisch zu determiniren geschickt sind. Hingegen eine wirkliche Theilbarkeit derselben kan man nicht daraus schliessen, dergleichen auch in der mathematischen Betrachtung selbst nicht einmal zu behaupten der Zweck ist, oder es wenigstens nicht seyn soll. Ob und wenn dieselbe einem Dinge zukommet oder nicht, muß erst besonders untersuchet werden.

Wiefern man die allgemeinen Eigenschaften der Figuren auf die einfachen Substanzen appliciren muß.

§ 70.

Die Elemente müssen so wol der Figur und Grösse als der Kraft nach von verschiedener Art seyn. Der Ver-

Die Elemente sind der Figur, Grösse und Kraft

nach unterschieden.

folg wird es durch die ganze Wissenschaft lehren, daß sich von den Phaenomenis an den Körpern nicht anders Rechenschaft geben läßt. Wären sie sowol von einerley Figur als Kraft; so würden sie alle zusammen nicht mehr als ein homogenes Ganzes ausmachen, nicht aber verschiedene Arten von Körpern zuwege bringen. Wären sie zwar von unterschiedener Kraft, aber von einerley Figur z. E. Kugeln; oder auch umgekehrt von unterschiedener Figur, aber von einerley Kraft, so käme man oft in unauflösliche Schwierigkeiten, welche man vermeiden kan, wenn man ihnen auch unterschiedene Figur und Kraft zueignet. Eben dieses ist zu sagen, wenn man nicht verschiedene Stuffen der Grösse bey ihnen annehmen wolte. Noch ferner ist zu merken, daß auch ihre Figur nicht unveränderlich zu seyn brauchet, und daß man auch dadurch, wenn man dieselbe, wenigstens bey den meisten, veränderlich annimmt, unzehligen Schwierigkeiten entgehet, daher solches billig anzunehmen ist, indem uns kein tauglicher Gegengrund im Wege stehet, und a priori klar ist, daß wir die Beschaffenheit der Elemente anders nicht, als aus ihren Wirkungen, erkennen können. Es ist auch wahrscheinlich, daß sich die Figur bey einigen mehr, bey andern weniger, und wiederum bey einigen leichter, bey andern schwerer,

Ihre Figur lässet sich verändern, welches auch Grade leidet.

ver-

verändern lässet. Die Figuren selbst aber leiden eine unendliche Mannigfaltigkeit, daher es vergeblich wäre, ihre Möglichkeiten a priori aus einander setzen zu wollen. Es wäre auch eitel, diejenigen Figuren an den Elementen vor wahrscheinlicher zu halten, welche uns die reguläresten scheinen, oder die bekanntesten sind. Denn die Natur richtet sich nach den Endzwecken; und von den möglichen Arten der Figuren, und denenjenigen Eigenschaften, wodurch sie in der Zusammensetzung zu den beqvemsten Wirkungen geschickt werden, wird der menschliche Verstand jederzeit nur gar wenig erkennen. Die Kräfte der Elemente aber, ob sie gleich allerseits nur Bewegungskräfte sind, leiden doch noch viel mögliche Unterschiede. Es sind z. E. dergleichen möglich, erstlich in der Leichtigkeit und in der Art und Weise, wie sie erwecket und zur Wirksamkeit gebracht werden; ferner nachdem sie erwecket worden, in der Geschwindigkeit, dem Nachdrucke, der Dauerhaftigkeit, der Fähigkeit bey gewissen Umständen ihre Direction leichte zu ändern, oder ohne Veränderung derselben etwas andern zu widerstehen; endlich auch darinnen, daß vielleicht die Wirksamkeit einiger in einer beständigen Bemühung bestehet, welche daher in die That ausbricht,

Mögliche Unterschiede in den Kräften der Elemente.

 so

so bald die Hindernisse weichen, dahingegen die Kraft anderer bisweilen völlig ruhen, und allererst durch gewisse Bedingungen erwecket werden kan; wie denn auch verschiedene Arten von Kräften in einem Elemente zusammen kommen können, indem nichts hindert, daß auch ein einfaches Subject mehrere Grundkräfte haben kan, Metaphys. § 39, 73, 109. Um unterdessen dergleichen deutlicher zu denken, kan man sich die Elemente zur Erleichterung so groß vorstellen, als man will, weil an der Grösse nichts liegt, und sie Gott ohne Zweifel, dem Wesen der Welt unbeschadet, auch viel grösser hätte machen können, wodurch nur alle Substanzen in einerley Proportion vergrössert worden wären.

§ 71.

Die Zahl der Elemente lässet sich nicht bestimmen, ob man wol in gewissen Fällen schliessen kan, daß es Elemente von einer gewissen Art giebt, oder daß gewisse Materien größten theils elementarische sind.

Die Zahl und Arten der Elemente aber ausdrücklich zu bestimmen ist uns mit keiner Zuverläßigkeit möglich. Das gehet zwar wol an, daß wir aus denen Phaenomenis schliessen können, daß es eine elementarische Materie von dieser und jener Art giebt. Man kan auch von einigen Arten der Körper zu schliessen Grund haben, daß die Materie, woraus wenigstens ihr größter und uns sinnlicher Theil bestehet, elementarisch ist, welchen wir in einer unbeschreiblich grossen Zusammenhäufung ähnlicher elementarischer Theilchen empfinden.

den. Z. E. von der Luft und gewisser Maßen auch von den Wassertheilchen ist solches wahrscheinlich, ob sie gleich freylich nirgends ganz rein und unvermischt angetroffen werden. Aber woraus wolten wir überhaupt die Anzahl der Elemente bestimmen? Newtons Erfahrungen haben gelehret, daß es vielleicht unzählige Arten vom Lichte giebt, welche man nur so gut als möglich unter Classen bringet. Wer will ausmachen, wie viel von andern Arten elastischer Materie es giebt, welche subtiler als die Luft sind, und welche man insgesammt Aether nennet, ohne daß deswegen der Aether eine Species infima zu seyn brauchet? Die Mineralien scheinen ihre besondern Elemente zu haben, welche sich schwerlich dürften finden lassen. Die Materie, welche die Körper der Pflanzen und Thiere ausmachet, ist aus so mannigfaltigen Theilen gemischet, daß in unterschiedlicher Verbindung Körper von ganz verschiedener, ja höchst widriger, Art daraus entstehen. Da wir nun in den wenigsten Fällen, die Art und Weise, wie es dabey zugehet, genau wissen können: so fehlet es uns an hinlänglichen Gründen, die Anzahl der Elemente zu bestimmen. Wolten wir gleich mit einigen berühmten Gelehrten verschiedene Ordnungen elementarischer Theilchen, oder ein thätiges und ein leidendes Element, oder ein Element mit ei-

ner ausdehnenden und zusammenziehenden Kraft, und dergleichen, annehmen: so werden diese Hypotheses theils durch widerstreitende Phaenomena widerleget; theils beträgt auch das, was man daraus zuverläßig erklären kan, so viel noch nicht, daß man sich überreden dürfte, die Anzahl der Elemente in ihrem ganzen Umfange übersehen zu haben. Die Erklärung der Begebenheiten aus denselben geschiehet gemeiniglich nicht durch gar unvollkommene Schlüsse; und es lässet sich auch nicht erweisen, daß dergleichen Hypotheses die einzigen sind, woraus sich der Effect erklären lässet. Kan man also nicht durch besondere Phaenomena die Realität einer gewissen Art von Elementen beweisen; so entstehet keine objectivische Wahrscheinlichkeit § 48, 49. Das beste ist, daß dieses nicht hindert, daß wir dem ungeachtet von den Ursachen natürlicher Begebenheiten viel gewisses, zuverläßiges und wahrscheinliches wissen können. Man muß sich nur genau an die Erkenntniß a posteriori halten, und, wenn man zu den Gründen in die Höhe steiget, Schritt vor Schritt alles sorgfältig beweisen.

§ 72.

Die Elemente haben keine Vorstellungen.

Haben aber vielleicht die Elemente ausser der Bewegungskraft auch eine Kraft zu denken? Haben sie vielleicht gewisse Empfin-

Empfindungen und Vorstellungen, gesetzt auch, daß sie nur concret und dunkel wären, und besitzen sie gewisse Triebe, vermöge welcher sie nach denselben handeln? Wenn man dieses saget, so verwandelt man in der That die ganze Welt in einen Haufen Geister. Der Herr von Leibniz hat dieses gethan, indem er allen Monaden eine vorstellende Kraft der Welt zuschrieb. Und ob er ihnen wol den Nahmen der Geister nicht beyleget, sondern denselben nur denenjenigen Monaden vorbehält, welche deutliche Vorstellungen haben; so läuft doch dieses auf einen bloßen Wortstreit hinaus. Dasjenige, wodurch sich die Geister von der Materie unterscheiden, kommt doch bloß darauf an, daß sie denken und wollen, und daß das Denken und Wollen durch bloße Bewegungsfähigkeit nicht möglich ist; die Vorstellungen mögen dunkel oder deutlich seyn, sie mögen ohne Bewußtseyn, oder mit demselben verknüpft seyn, ob man wol die Wahrheit des Satzes an den deutlichen Vorstellungen und an dem Bewußtseyn leichter einzusehen pfleget, **Metaphys.** § 429 ꝛc. Nach dem Leibnitzischen Begriffe werden doch wenigstens alle Elemente den Nahmen der Geister eben so wol verdienen, als er unserer Seele zukommen muß, indem wir im tiefen Schlafe liegen, oder ehe dieselbe bey der Zeugung belebet worden. Dabey

ist noch das schlimmste, daß der Herr von Leibniz denen Elementen die Größe und Figur abgesprochen hat, daher seine Monaden in der ganzen Physik zu nichts nütze sind, indem sich aus ihrer vorstellenden Kraft weder Körper noch Bewegungen erklären lassen, ja bey Verneinung der Figur der Elemente gar nicht einmal möglich sind § 68. Der Freyherr von Wolf, welcher sich auf die vorstellende Kraft in den Elementen nicht einläßt, übrigens aber die Leibnitzischen Elemente, ohne Figur und Grösse, annimmt, und ihnen nur eine Kraft und Bestrebung ihren Zustand zu verändern beyleget, setzet hiemit einen undeterminirten Begriff mit Verneinung aller möglichen Determinationen, dessen Existenz daher nicht möglich ist, sondern einen Widerspruch in sich hält, Log. § 161. Denn es lässet sich keine andere Kraft denken, als eine solche, welche eine Kraft zu denken, oder zu wollen, oder zur Bewegung ist: und darinnen bestehen eben die möglichen Determinationen von der Veränderung des Zustandes einer Substanz. Nun will er die beyden erstern Arten, den Elementen nicht zuschreiben. Die letzte aber ist in ihnen nicht möglich, weil sie nicht beweget werden können, indem sie keine Seiten haben § 68. Was bleibt also übrig? Es ist mit dem Begriffe desselben eben so, wie mit den Begriffen Cartesii,

sii, beschaffen, welcher nach eben der Maxime, nemlich um den Einwürfen auszuweichen, vorgab, die Theilbarkeit der Materie und der Umfang der Welt wäre weder endlich noch unendlich, sondern unbestimmt. Es ist aber wider die Grundregeln der physikalischen Wahrscheinlichkeit, denen Elementen geistige Kräfte zuzuschreiben, so lange die bloßen Bewegungskräfte zur Erklärung ihrer Wirkungen zulänglich sind, oder so lange wir wenigstens nicht eine objectivische Wahrscheinlichkeit haben, zu sagen, daß sie es nicht sind § 41. Ich kan aber sicher postuliren, daß sich entweder die Wirkungen der Körper aus bloßen Bewegungskräften erklären lassen; oder daß man wenigstens, auch wo man sie noch nicht erklären kan, es vor die realeste Möglichkeit zu halten hat, bloße Bewegungskräfte vor den zureichenden Grund davon zu halten, und daß man nur bey der Bewegung der Thierischen Körper Grund findet, dieselben einem Geiste, welcher sie belebet, und mit Beyhülfe der mechanischen und physikalischen Ursachen regieret, zuzuschreiben. Folglich sind die vorstellenden Kräfte den Elementen abzusprechen. Daraus aber, daß man ihre Abwesenheit nicht demonstriren kan, folget nur so viel, daß sie ihnen Gott hätte geben können. Ist aber dieses genug zu sagen, daß er ihnen dieselben wirklich gegeben habe?

§ 73.

Ob es einen leeren Raum giebt.

Nun ist noch eine andere Frage zu erörtern übrig, ob die körperliche Welt von Materie ganz voll ist; oder ob es auch vielleicht einen leeren Raum in der Welt giebt? Hier ist zuförderst genau zu bestimmen, was ein leerer Raum heissen soll. Der Raum ist kein vollständiges Ding; doch ist er auch keine anklebende Eigenschaft, sondern er ist ein Abstractum von der Existenz der Substanzen, Metaphys. § 49 rc.

Ein von allen Substanzen leerer Raum ist ungereimt.

Daher ist ein Raum, welcher von allen Substanzen leer seyn soll, ein sich selbst widersprechender ungereimter Begriff. Die unendliche Substanz muß allen möglichen Raum einnehmen, und da, wo Geschöpfe sind, befindet sie sich nicht etwan in den Zwischenräumen, sondern die Geschöpfe sind in dem Raume, welchen sie einnehmen, mit derselben zugleich, und werden von ihr durchdrungen und erhalten, und ihrer Macht und Entschliessung ist es zuzuschreiben, daß sie zuläßt und machet, daß sie mit ihr zugleich sind, welches ein Vorzug der unendlichen Substanz vor den endlichen ist. Es ist eine unanständige Verwirrung, wenn man sich einbildet, die unendliche Substanz werde dadurch zusammen gesetzt, oder bekomme eine physikalische Ausdehnung, Metaphys. § 253. Diejenigen, welche solches nicht einräumen, sondern durch relativische und auf

Schrau-

Schrauben gesetzte Begriffe ausweichen wollen, widersprechen sich beständig selbst, und sind genöthigt, die gemeinen Begriffe anzunehmen, und mit der gemeinen Sprache zu reden, ob sie gleich dieselben bestreiten, daher ihr Lehrgebäude übel zusammen hängt. Denn wie könnten sie durch angenommene Sätze das Wesen unsers Geistes ändern, welches uns alle existirende Substanzen in einem Raume zu denken nöthiget?

§ 74.

Ob es einen von Creaturen leeren Raum in der Welt giebt. Man muß das Vacuum continuum und disseminatum unterscheiden.

Es ist nun aber zu untersuchen, ob es in der Welt einen von Creaturen leer gelassenen Raum giebt. Hier ist wiederum zu unterscheiden, ob man von einem merklich grossen leeren Raume, oder nur von leeren Zwischenräumchen in oder zwischen den Elementen redet, welche wegen der Figur derselben unvermeidlich übrig bleiben, oder bey der Bewegung der Körper auf kurze Zeit entstehen. Jenen nennet man vacuum continuum; diesen aber vacuum disseminatum. Beyde muß man mit dem Guerickischen, oder, wie ihn einige auch nennen, Boyleischen, Luftleeren Raume nicht verwirren, welcher deswegen von subtilern Materien nicht leer ist, wie denn auch die Luft selbst darinnen nicht mehr, als merklich dünner gemacht worden.

§ 75.

§ 75.

Der leere Raum wird dadurch nicht widerlegt, daß man vorgiebt, die Figur der Körper würde sonst keinen zureichenden Grund haben.

Der leere Raum wird von einigen mit ganz untüchtigen Gründen so wol bestritten, als vertheidiget. Einige verneinen ihn wegen eines vermeinten Streites mit dem Satze vom zureichenden Grunde, indem sie sich einbilden, daß bey Zulassung desselben die Figur der Körper keinen zureichenden Grund haben würde, welches Vorgeben sehr seltsam und vergeblich ist. Denn die Elemente oder kleinsten materialen Substanzen, von deren Verbindung die Figur der Körper abhanget, müssen ihre bestimmte ursprüngliche Figur haben, welche zu ihrem Wesen gehöret § 68, 69, und davon kein weiterer Grund nöthig und möglich ist, als der Wille des Schöpfers, welcher ihnen dieselbe um gewisser Absichten willen gegeben hat. Diese behalten sie, so lange keine Ursache da ist, die sie verändert, und sie legen sich iedesmal in die Lage, welche ihre Kraft und die zufälligen Umstände erfordern. Hierbey hindert es nicht das geringste, ob alle Theile des Raumes mit Materie vollgefüllet sind, oder nicht, und es kommt nichts in dem Zustande der Elemente und der Körper vor, welches nicht seinen zureichenden und determinirenden Grund hätte, es mag ein leerer Raum seyn oder nicht. Ich will ietzo nicht gedenken, daß die Gegner hiebey den Leibnitzischen Satz vom zureichenden Grun-

Grunde in den Gedanken zu haben pflegen, in welchem durch einen Irrthum etwas falsches mit dem wahren Satze sowol des zureichenden, als des determinirenden Grundes Metaphys. § 31, 84 zusammen genommen worden, und wodurch alle Dinge nothwendig gemacht werden. Denn es ist klar, daß auch nicht einmal aus dem falschen Theile ihres Satzes vom zureichenden Grunde etwas wider die Möglichkeit des leeren Raumes folget; daher auch andere Fatalisten kein Bedenken gehabt haben, einen leeren Raum zuzugeben. Nicht weniger wird auch die Nothwendigkeit des leeren Raumes von andern mit untüchtigen Gründen vertheidiget. Der alte Scheingrund ist bekannt, da man sich auf die verschiedene Schwere der Körper beruffet, und, weil man setzet, daß alle Materie schwer und gleich schwer sey, daraus schliesset, daß sich in den Zwischenräumen der Körper von leichterer Art ein leerer Raum befinden müsse. Allein erstlich solte man aus der verschiedenen Schwere der Körper vielmehr geschlossen haben, daß nicht alle Materie schwer, oder im gleichen Grade schwer ist. Denn die Schwere aller Materie wird bloß um eines falschen Schlusses willen erdichtet § 53. Und sollte die verschiedene Schwere blos von leeren Zwischenräumen herkommen, wie viel andere Erfahrungen würde man wider sich haben,

Durch die verschiedene Schwere der Körper wird er nicht bewiesen.

welche uns von höchstsubtilen flüßigen Materien, die alles durchdringen, benachrichtigen? Ueber dieses, wenn man auch die Schwere aller Materie zugeben wolte; so könte man doch aus der verschiednen Schwere gleich grosser Körper, die aber in einer flüßigen Materie gewogen werden, dergleichen unsere Luft, oder auch die noch feinere Himmelsluft, ist, auf keinen leeren Raum schliessen. Denn diese Materie würde ja die Zwischenräume erfüllen. Weil sie aber in dem ganzen Raume, darinne das Wägen geschiehet, befindlich wäre; so könnte uns ihre Wirkung nicht merklich werden, sondern derjenige Körper würde auf der Wage den Ausschlag geben, welcher die meiste eigenthümliche Materie hätte. Ein anderer untüchtiger Beweis vor den leeren Raum wird daher genommen, daß man vorgiebt, es würde, wenn der ganze Himmelsraum mit Materie angefüllet wäre, die Bewegung der Weltkörper zu viel Widerstand finden, und nicht fortdauren können. Allein es soll an seinem Orte gezeiget werden, daß sie dadurch vielmehr verständlich wird. Das Lehrgebäude dererjenigen Weltweisen, die also urtheilen, stimmet auch mit sich selbst nicht überein. Denn da sie das Licht vor einen Ausfluß aus der Sonne halten, welches gleichwol so unbeschreiblich subtil ist, und sich allenthalben ausbreitet; so darf

Auch nicht dadurch, daß man meinet, die Bewegung der Weltkörper könne nicht fortdauren, wenn der Himmelsraum nicht leer wäre.

in

in dem Himmelsraume nicht einmal einer von solchen Puncten, welche viel kleiner sind, als wir sie wahrnehmen können, vom Lichte leer gelassen seyn. Wir würden sonst die kleinsten merklichen Puncte nicht sehen können, indem gewiß ist, daß sie uns nicht anders als durch eine ganze Menge Lichtstralen sichtbar werden. Weil nun ferner das Licht auch subtiler ist, als alle uns bekannte Materien; so kan man in dem Himmelsraume nicht einmal ein grösseres Vacuum disseminatum, als in den groben Körpern, annehmen. Den größten Schein hat endlich noch der Beweisgrund, welchen man daher nimmt, daß keine Bewegung würde geschehen können, wenn alles von Materie voll wäre, weil ein iedes Theilgen, welches bewegt werden sollte, allzuviel, oder gar alle andere Materie zugleich in Bewegung zu setzen nöthig haben würde. Allein auch dieses thut der Sache deswegen nicht genug, weil man antworten könnte, daß man sich nur die bewegenden Kräfte groß genug vorstellen, und annehmen müßte, daß wir im gemeinen Leben nicht mehr als den Ueberschuß über den allgemeinen sehr grossen Aufwand, welcher allen Bewegungen gemein ist, gewahr würden. Aus was vor Gründen wollte man das widerlegen, wann wir sonst Grund hätten es zu setzen? Müßten wir nicht die Größen der Ursachen so annehmen,

Auch nicht dadurch, wenn man sagt, ohne leere Räume würde keine Bewegung, oder sie würde allzuschwerlich, geschehen.

men, wie es ihre Wirkungen erforderten? Wider den Copernicanischen Weltbau könnte man viel Einwürfe auf eben den Schlag machen, welche kein verständiger billigen würde.

§ 76.

Das Vacuum continuum ist zu verneinen, nicht aber das disseminatum.

Es ist aber das Vacuum continuum in der Welt deswegen zu verneinen, weil wir uns dadurch ohne allen Grund eine vernünftige Erklärung natürlicher Begebenheiten unmöglich machen würden, wie der Verfolg dieser Wissenschaft lehren wird. Hingegen lassen sich bündige Gründe vor das Vacuum disseminatum angeben.

Warum viel daran gelegen ist, die Gründe vor das Vacuum disseminatum wohl einzusehen.

Es ist nöthig auf dieselben wol acht zu haben. Denn wenn diejenigen, welche allen leeren Raum vor ungereimt halten, sich besinnen, daß man gleichwol die Welt, man nehme sie auch so groß an, als man will, immer noch grösser denken kan, und daß daher zu immer noch mehrern Geschöpfen Raum da wäre; so werden sie geneigt, die Welt vor unendlich zu halten, woraus gar viel ungereimtes und gottloses folget, Metaphys. § 353.

Beweis der Möglichkeit eines leeren Raumes in der Welt.

Die Möglichkeit eines leeren Raumes in der Welt kan man daraus begreiffen, weil es möglich ist, daß Gott einen Theil der Geschöpfe vernichten, und doch die zunächst gestellten durch seine Allmacht an ihrem Orte erhalten, oder auch vorher die sämmtliche Materie in Ruhe bringen

bringen könnte. Wenn dieses geschähe, so würde der Raum, wo die vernichteten Geschöpfe waren, leer seyn. Einige suchen hier durch eine willkührliche Definition auszuweichen, indem sie sagen, daß alsdenn dennoch die an den Grenzen des leeren Raumes gestellten Geschöpfe einander berühren würden, und also kein leerer Raum seyn würde, weil berühren nichts anders heisse, als dergestalt neben einander seyn, daß nichts anders dazwischen ist. Hiemit weisen sie ihre Gegner sehr unhöflich ab, weil sie ihnen zumuthen, eine Petitionem Principii denen natürlichen Begriffen, die uns der Verstand zu denken nöthiget, vorzuziehen. Dinge, die einander berühren, müssen so neben einander seyn, daß ohne Bewegung derselben auch nichts anders dazwischen kommen kan. In unserm angenommenen Falle aber wäre es ja möglich, daß Gott die vernichteten Geschöpfe auch wieder herstellete.

§ 77.

Beweis des zerstreueten leeren Raumes unter der Bedingung, daß die Bewegung gegen alle Gegenden möglich, und nicht die sämmtlichen

Daß ein zerstreueter leerer Raum in der Welt zugegeben werden muß, kan man sich erstlich unter der Bedingung vorstellen, wenn die Bewegung eines Dinges in allen Directionslinien möglich seyn, und doch die elementarischen Theilgen nicht von einer so grossen Biegsamkeit seyn sollen, daß sie sich ohne sonderliche Hinderniß in eine

Elemente von übergrosser Biegsamkeit seyn sollen.

iedwede Figur legen können. Denn wir wissen, daß die Bewegung eines Körpers gegen alle Gegenden geschehen kan. Eine solche Biegsamkeit aller oder der meisten elementarischen Theilgen, wie ietzt erwehnet worden, kan man auch nicht annehmen, weil es die Härte, die wir an den Körpern wahrnehmen, nicht leidet, und weil man gar viele Phaenomena z. E. von dem Wasser, der Luft, dem Lichte, nicht erklären kan, wenn man nicht die Theilgen dieser Materien rund annimmt. Daher, wenn der volle Raum nicht anders als mit Annehmung falscher Umstände möglich ist, so ist gewiß, daß er in unserer Welt wirklich nicht statt hat. Daß es sich aber damit wirklich so verhält, begreiffet man folgender Gestalt. Wann die kleinsten Theilgen der Materie ganz hart, oder doch von einem ziemlichen Grade der Härte sind; so entstehen bey ihrer Bewegung leere Zwischenräume, man nehme auch ihre Figur an, wie man will. Wären sie rund, oder länglich; so ist augenscheinlich, daß nothwendig Zwischenräume bleiben, wie die Zwickel zwischen den Fensterscheiben, sie mögen in Bewegung oder in Ruhe seyn. Sind sie eckigt; so werden deren wenigstens bey manchen Bewegungen erfolgen. Gesetzt z. E. sie wären lauter Würfel von gleicher Größe, so sind nur sechs Directionen möglich, wie iedweder beweget werden

den kan, so daß ein anderer Würfel adaequat an seine Stelle kommen kan. In allen übrigen Directionen werden die Würfel so verschoben, daß sich nicht allenthalben einer wiederum in dem Theil des Raumes genau schicket, welcher durch die Hinwegweichung des vorigen leer wird. Es ist klar, daß dieses noch vielmehr statt finden muß, wenn die Würfel nicht alle von einer Grösse sind, oder wenn man an deren Statt andere Figuren setzet. Daher ist z. E. der volle Raum durch die Cartesianische subtileste Materie eben so unmöglich, als die Manier, wie sich ihr Erfinder den Ursprung derselben vorgestellet hat, indem er setzte, daß sie aus den abgestossenen Ecken kleiner Würfel entstanden sey, welche Gott im Anfange um ihren Mittelpunct gedrehet habe. Denn hiebey wird theils der wahre Begriff der Einheiten der Natur, und der realen Theilbarkeit der Materie § 62, 66, aus der Acht gelassen; theils ist es vor unmöglich zu achten, daß bey der so mannigfaltigen und beständigen Bewegung in der Welt die verschiedentlich figurirten kleinsten Theilgen allenthalben ganz genau in einander passen sollten. Jedoch, da unsere Sinne schon von den kleinesten Substanzen in der Welt unbegreifflich weit entfernet sind § 64, 65; so können uns freylich die kleinsten Zwischenräumchen noch viel weniger merklich seyn. Es folget da-

Jedoch ist kein leerer Raum von der Grösse eines merklichen Punctes zuzugeben.

her aus dem leeren Raume, den ich behaupte, durchaus nicht, daß irgend ein Punct, welcher uns noch merklich ist, von Materie leer wäre. Man behauptet den zerstreueten leeren Raum nur darum, weil er sich beweisen läßt; und man hat hernach zugleich den Vortheil daran, daß sich die Bewegung der Körper begreiffen läßt, ohne daß sie einen allzu ungeheuren Widerstand iedesmal zu überwinden brauchen. Denn die biegsamen Theilgen können alsdenn in die leeren Zwischenräumgen ausweichen, deren Summe in der Natur selbst gar viel zu sagen hat, ob gleich kein Theil einzeln unsern Sinnen merklich werden kan. Zur Erläuterung muß man sich hierbey wol vorstellen, daß die Figuren ihre Eigenschaften behalten, die ihnen wesentlich sind, man mag sich die Substanzen, daran sie sich befinden, groß oder klein vorstellen. Daher stelle man sich nur die Elemente, um den Begriff zu erleichtern, einmal groß vor. Denn weil sie doch in iedem kleinsten Zeitpuncte eine determinirte Figur haben müssen § 68; so wird dasjenige, was von ihren Zwischenräumen gilt, wenn man sich dieselben groß einbildet, auch eben sowol im kleinen statt finden müssen. Man bilde sich deswegen einmal ein, die elementarischen Theilgen, welche rund seyn sollen, wären so groß als Boßkugeln, und die anders figurirten nach Proportion. Man setze,

Erläuterung.

daß

daß solche Kugeln, Klötzer, Balken u. s. w. über einander geworfen wären; werden nicht allezeit Zwischenräume bleiben? Sie bleiben aber nicht deswegen, weil diese Körper groß sind, sondern weil es aus dem Wesen der Figuren so folget. Sie bleiben also auch, wenn die figurirten Substanzen undenklich klein angenommen werden, und man darf darwider bey der Subtilität der Materie keine Zuflucht suchen.

§ 78.

Allgemeiner Beweis vor den zerstreueten leeren Raum.

Noch allgemeiner kan man sich die Nothwendigkeit des zerstreueten leeren Raumes in der Welt also vorstellen. Man setze zwey Körper von merklich breiter Fläche, welche zuvor einander berührten, z. E. zwey Halbkugeln, oder Prismata. Indem sie von einander beweget werden; so kan die auf den Seiten befindliche Materie in den zwischen ihnen entstehenden Raum doch nicht anders als nach und nach eindringen, ihre Geschwindigkeit sey auch noch so groß. Denn zur Durchwanderung eines ieden Theiles des Raumes muß irgend ein Zeitpunct angewandt werden. Hätten die Körper zuvor einander in allen Puncten berühret; so würde ietzo zwischen ihnen auf eine kurze Zeit ein völlig leerer Raum entstanden seyn. Nun kommt zwar dieses nirgends in der Welt vor, weil wir keine ganz dichten Körper haben, sondern

alle noch porös sind. Allein, da alle Materie undurchdringlich ist § 58; so ist doch in dem Raume, welcher zuvor mit den angenommenen festen Körpern erfüllet war, weniger fremde Materie gewesen, als erfordert wurde, den ganzen Raum auszufüllen, weil sonst die eigenthümliche Materie der Körper gar keinen besondern Raum gehabt hätte. Indem also die festen Körper nun hinweg beweget werden; so entstehen in dem ganzen Raume, den sie einnahmen, Vacua disseminata, welche nicht auf einmal, sondern nach und nach, wiederum, so weit als möglich, erfüllet werden. Z. E. man setze, daß die zween Halbkugeln von Morgen gegen Abend auseinander beweget werden; man setze ferner, daß die Theilgen der fremden Materien, welche zuvor von Morgen gegen Abend, oder von Abend gegen Morgen durchströhmeten, sich noch eben so in den ietzt entstehenden Zwischenraum bewegen: so sind sie doch zu seiner Ausfüllung nicht genug, wenigstens nicht in einem Augenblicke. Wenn daher auch von den Seiten her die umliegenden Materien dahinein dringen; so erfüllen sie die leeren Räumchen in der Mitten etliche Augenblicke später, als die äussersten Gegenden erfüllet werden. Folglich bleibet in der Mitten wenigstens so lange ein zerstreueter leerer Raum.

Das III Capitel.

Von den physikalischen Gründen der Bewegung.

§ 79.

Erklärung des Vorhabens.

Alle Veränderungen der Körper geschehen durch Bewegung. Um daher von denselben Rechenschaft geben zu können, welches die Absicht der Naturlehre ist, haben wir auf die Regeln oder Gesetze der Bewegung Achtung zu geben. Und um diese selbst, so viel möglich, zu erklären, ist zuförderst eine Betrachtung von den physikalischen Gründen der Bewegung voran zu schicken. Die Bewegung ist die Veränderung des Ortes, den eine endliche Substanz einnimmt. Sie ist entweder eine absolute und wahre Bewegung, wenn der absolute Theil des Raumes, den ein Ding einnimt, verändert wird; oder eine relativische und scheinbare, wenn nur der relativische Ort gegen ein anderes Ding verändert wird, ungeachtet das Ding sich selbst nicht beweget. Es muß sich daher alsdenn das andere bewegen. Was vor eine Art von Bewegung hie oder da vorgehet, muß aus den Umständen geschlossen werden. Die Sinne allein können darüber nicht Richter seyn, weil bey der relativischen Bewegung eben die Bedingungen der Empfindung ent-

Was die Bewegung ist.

Sie ist eine absolute oder relativische.

optischen Gründen, welche anderwärts bey der Dioptrik vorkommen, daher alsdenn die Empfindung in beyden Fällen einerley werden muß. Z. E. wenn sich das Schiff vom Lande entfernet, so scheinet das Land zu weichen, weil das Bild desselben im Auge eben so beweget wird, als geschehen würde, wenn es wirklich flöhe. Auf gleiche Art ist auch die Ruhe abzutheilen, welche der Zustand einer Substanz ist, da sie an einem Orte bleibet. Die Substanz bleibet also absolute oder wirklich in Ruhe, wenn sie ihren absoluten Ort nicht verändert, und sie bleibet relativisch oder respective in Ruhe, wenn ihre Weite und Lage gegen ein anderes Ding, damit man sie also vergleichet, nicht verändert wird. Es können also zwey Körper in einer respectiven Ruhe bleiben, wenn sie gleich beyderseits in absoluter Bewegung sind, nemlich wenn sie sich mit gleicher Geschwindigkeit und in einerley Direction bewegen; oder wenn sonst die Bewegung so geschiehet, daß sie einerley Weite und Lage behalten. Z. E. die Häuser bleiben in Ruhe, ob sich gleich die ganze Erdkugel beständig beweget. Ferner ist die Bewegung entweder eine innerliche, wenn in einem zusammengesetzten Dinge reale Theile ihren Ort verändern; oder eine äusserliche, wenn und wiefern ein betrachtetes Ganzes seinen Ort verändert, ohne daß eine

Die Ruhe ist auch entweder absolute oder relative.

Die Bewegung ist entweder innerliche oder äusserliche.

eine Versetzung wahrer integralischer Theile unter einander geschiehet, oder da dieselbe wenigstens nicht betrachtet wird. Beyde Arten der Bewegung können demnach auch zusammen kommen. Die äusserliche Bewegung ist ferner eine totale oder partiale; da in jener das Ganze, in dieser aber nur angenommene integralische Theile desselben, den Ort verändern. Bey der partialen Bewegung kan es, eben so wohl als bey der totalen, seyn, daß die angenommenen Theile, welche bewegt werden, nicht einmal wirklich trennbare Theile sind, welches wegen der einfachen Dinge wohl zu merken ist. Es kan aber auch ein physikalisch ausgedehntes Ding in einer partialen äusserlichen Bewegung seyn, wenn nicht die ganze Substanz den Ort verändert, und auch die bewegten Theile bey der Bewegung einerley relativischen Ort gegen einander behalten, oder doch also betrachtet werden. Metaphys. § 392.

Die äusserliche Bewegung ist eine totale oder partiale.

§ 80.

Bey ieder Bewegung der Körper unterscheide man die **Geschwindigkeit**, die **Direction** oder **Richtung**, und die **Masse**, oder Menge der Materie, welche beweget wird. Die **Geschwindigkeit** der Bewegung ist die Bestimmung des Raumes, welcher binnen einer gewissen Zeit zurück geleget wird. Sie wird also aus der Grösse des Raumes, oder welches gleich-

An der Bewegung der Körper ist die Geschwindigkeit, Direction und Masse zu unterscheiden.

Wie die Geschwindigkeit ermessen wird.

gleichviel ist, aus der Länge der Linie, um welche ein bewegtes Ding binnen gewisser Zeit seinen Ort verändert, und hiernächst aus der Zeit, binnen welcher solches geschiehet, zugleich ermessen. Demnach wird sie gefunden, wenn man den Raum durch die Zeit dividiret. Denn sie ist desto grösser, ie mehr Raum binnen eben derselben Zeit, oder ie in kleinerer Zeit eben derselbige Raum zurück geleget wird. Weil die Veränderung des Ortes in die absolute und relativische eingetheilet worden § 79; so ist auch die Geschwindigkeit in die absolute und respective einzutheilen. Wenn zwey betrachtete Körper beyderseits in Bewegung sind, so wird die respective Geschwindigkeit gefunden, entweder durch den Unterschied der absoluten Geschwindigkeiten, dafern sie sich beyde gegen eine Seite bewegen; oder durch die Summe derselben, dafern die Bewegung mit entgegen gesetzter Richtung geschiehet. Wenn zwey Körper binnen einer gesetzten Zeit in Berührung kommen; so bleibt die respective Geschwindigkeit einerley, es mag sich nur einer gegen den andern, oder es mögen sich alle beyde gegen einander beweget haben. Aus diesem allen siehet man, wie sehr man die absolute und respective Geschwindigkeit zu unterscheiden, und die Ursachen einer iedweden besonders aufzusu-

Sie ist eine absolute oder respective.

zusuchen Ursache hat. Die Bewegung selbst aber wird in Ansehung ihrer Geschwindigkeit in die **gleichförmige, beschleunigte und verzögerte** (Motum uniformem, acceleratum & retardatum) abgetheilet, welches vor sich selbst klar ist, indem man nur Achtung giebt, ob in gleichen Zeiten gleiche Räume zurückgeleget werden, oder ob die Zahl der Räume, welche in gleichen Zeiten durchwandert werden, zu oder abnimmt. Die gleichförmige Bewegung kan wegen des Widerstandes, welchen die Körper bey ihrer Bewegung leiden, gar selten vorkommen. Die **Direction** ist die Bestimmung des Punctes, gegen welchen die Bewegung in gerader Linie zugehet. Die Linie, in welcher die Bewegung geschiehet, oder geschehen soll, wenn die Bestrebung darzu in die That ausbricht, heisset die **Directions-Linie.**

Gleichförmige, beschleunigte und verzögerte Bewegung.

Die Direction und Directions-Linie.

§ 81.

Eine iede Bewegung setzet in dem bewegten Dinge oder ausser demselbigen, oder in beyden zugleich eine zureichende wirkende Ursache voraus. Denn sie ist eine positive Veränderung des Zustandes, nemlich des Zustandes der Existenz eines Dinges. Metaphys. § 394. Wenn auch in dem bewegten Dinge selbst keine Verände-

Jede Bewegung hat ihre zureichende wirkende Ursache.

rung

rung vorgehet, so ist es doch, um die Nothwendigkeit einer positiven Ursache zur Bewegung zu erweisen, schon genug, daß dadurch die Art zu existiren in Absicht auf den Raum verändert wird, indem die Substanz bald in dem einen bald in dem andern Theile desselben befindlich ist, wodurch wenigstens der äusserliche Zustand derselben verändert wird. Weil nun eine Bewegung von mehrern Ursachen zugleich abhangen kan, so wird die Bewegung in die einfache und zusammengesetzte eingetheilt. Jene wird durch eine einzige bewegende Kraft, diese aber durch mehrere zugleich determiniret. Um sich dieses alles beqvem vorzustellen, abstrahiret man deswegen einen Mittelpunct der Bewegung, darinnen man sich die sämmtliche Bewegung als vereinigt vorstellet, es mag nun ein einziger Körper beweget, oder es mögen die Bewegungen mehrerer zugleich betrachtet werden. Z. E. bey den schweren Körpern kan man sich vorstellen, als wenn ihre ganze Schwere in einem Puncte beysammen wäre, nemlich in demjenigen, bey dessen Unterstützung der Körper in Ruhe bleiben würde, welcher daher der Mittelpunct der Schwere (Centrum gravitatis) heisset. Auf eben diese Weise kan man sich bey allen bewegenden Kräften einen Mittelpunct vorstellen, in welchem ihrer

Einfache und zusammengesetzte Bewegung.

Was der Mittelpunct der Schwere und der Bewegung ist.

ihrer aller Bemühung, als vereinigt gedacht werden kan. Unter andern darf man nur in den Gedanken Gewichte an die Stelle der bewegenden Kräfte setzen. Das Product aus der Geschwindigkeit des Mittelpunctes der Bewegung und der Summe der Massen nennet Joh. Bernoulli die **Qvantität der Direction** *.

Was die Qvantität der Direction genennet wird.

§ 82.

Eine Regel, darinnen bestimmet wird, wie die Bewegungen erfolgen, heisset ein **Gesetz der Bewegung**. Die Gesetze der Bewegung sind daher zweyerley. Einige lassen sich aus dem Wesen der Bewegung a priori als nothwendig verstehen, welche in die Metaphysik gehören, und **metaphysische** Gesetze der Bewegung heissen können, welche ich hier nicht wiederholen will. Andere gehören entweder ganz zu der zufälligen Einrichtung dieser Welt, oder sie erwachsen wenigstens aus der Application der nothwendigen Gesetze der Bewegung, und der zufälligen Einrichtung der Körper in der Welt, zugleich. Diese können daher **physikalische Gesetze der Bewegung** heissen, Metaphys.

Die Gesetze der Bewegung sind metaphysische oder physikalische.

* Discours sur les loix de la Communication du Mouvement. Tom. III. opp. pag. 32.

phys. § 390. Die Absicht ist letzo, die Gründe zur Erklärung derselben aufzusuchen.

§ 83.

Die Erfahrung lehret, daß ein Körper den andern bewegt durch einen blossen Druck, oder durch Ziehen, oder per ictum.

Die Erfahrung lehret unstreitig, daß die Körper auf dreyerley Art einander in Bewegung setzen: Erstlich durch den blossen Druck, da einer dem andern wegen der Undurchdringlichkeit so weit ausweichen muß, als der andere mit gnugsamer Kraft den Ort desselbigen einzunehmen im Bestreben ist; ferner durch das Ziehen, nemlich wiefern ein Körper, weil er mit dem andern zusammenhängt, und mit ihm ein Continuum ausmachet, durch seine eigene Bewegung verursachet, daß ihm der andere folgen muß; endlich drittens per ictum, da ein Körper den andern, indem er ihn mit gehöriger Geschwindigkeit stößet, oder ziehet, in Flug bringet, so daß die Bewegung fort gesetzt wird, ungeachtet ihn der bewegende Körper nicht mehr fortdränget, oder wegen des Zusammenhanges mit ihm mit sich fort ziehet. Diese drey Arten der Bewegung sind unstreitig. Eine iede Bewegung, oder Bemühung darzu, da die bewegende Substanz die bewegte vor sich her treibet, heisset ein Stoß. Daß bekanntermaßen einige hiezu eine solche anziehende Kraft setzen,

setzen, vermöge welcher die Körper in der Entfernung und ohne Zwischenursachen nach einer Annäherung streben, oder einander dazu determiniren sollen, könte wenigstens nicht zum voraus angenommen werden, es soll aber auch an seinem Orte als ungegründet widerleget werden. Bey den beyden erstern Arten, wird die Bewegung des bewegten Körpers durch die Bewegung des andern als ein mitfolgender Umstand durch das bloße Daseyn derselben determiniret. Der Flug aber, darein sich die Körper bringen lassen, beweiset thätige Kräfte, welche bey diesen Umständen nur zur Wirksamkeit müssen seyn bestimmet worden. Dieses nun kan auf zweyerley Art geschehen. Entweder die Kraft hat zuvor geruhet, und ist iezt in Action gekommen, weil die Bedingungen entstanden sind, daran sie gebunden war; oder sie hat schon zuvor in Bestrebung gestanden, die Wirkung hervorzubringen, ist aber verhindert gewesen: daher dieses Bestreben nunmehr, nach weggenommenen Hindernissen vor sich selbst in die That ausbricht. Daraus folget: 1) Die Bewegung hanget von ihrer Ursache, entweder als von einem blossen Existentialgrunde, oder als von einer thätigen Ursache ab. Metaphys. § 79. 2) Weil die Reihe der bewegenden Ursachen nicht unendlich seyn kan; so ist die Bewe-

Die bewegenden Körper verursachen die Bewegung entweder als ein blosser Existentialgrund, oder es werden thätige Kräfte in den bewegten in Action gebracht.

Im letztern Falle haben die bewegenden Kräfte zuvor geruhet, oder sie sind nur verhindert gewesen.

Hauptsätze von dem Unterschiede der Bewegungen.

Bewegung entweder eine ursprüngliche oder eine abgeleitete und mitgetheilte Bewegung, oder es kommt beydes zusammen. Metaphys. § 404, 405. 3) Die bewegenden Kräfte, darinnen der Grund der ursprünglichen Bewegung zu suchen ist, sind entweder beständig fortdaurende Nisus, oder solche thätige Kräfte, welche nur ietzo erwecket, d. i. zur Action determiniret worden.

§ 84.

Eintheilung der Bewegungskräfte in todte und lebendige.

Diese Unterschiede geben zu einer Eintheilung der bewegenden Kräfte selbst in der Welt Gelegenheit. Sie werden nemlich in todte und lebendige Bewegungskräfte eingetheilet. Weil eine Kraft überhaupt alsdenn lebendig heißt, wenn sie das in ihrer Art wirklich thut, was sie zu dem Effecte beytragen kan: so ist eine lebendige Bewegungskraft eine solche, welche mit der Bewegung des Subjects, darinnen sie sich befindet, und welche durch sie verursachet wird, verbunden ist. Eine todte Kraft also würde überhaupt eine solche seyn, welche nicht mit der wirklichen Bewegung ihres Subjects verbunden ist. Daher lassen sich zweyerley Arten derselben denken, nemlich eine solche, welche ein Nisus, d. i. ein verhindertes Bestreben nach einer Bewegung ist, Metaphys.

Zweyerley mögliche Arten der todten Kraft.

phys. §87, und eine solche, welche eine völlig ruhende, und nicht einmal im Bestreben befindliche, ist, und welche nur bey Setzung gewisser Bedingungen in eine Thätigkeit kommen wird. Weil aber von der erstern noch gefraget werden kan, ob sie in der Welt wirklich vorhanden ist; so verstehet man nach dem Sprachgebrauche unter dem Nahmen der todten Kraft ordentlicher Weise nur die letztere Art, und man nennet eine todte Kraft ein solches Bestreben nach einer Bewegung, welches ietzo dergestalt verhindert ist, daß das Subject dadurch gar nicht, oder doch nicht so, daß es uns merklich würde, beweget wird. Dergleichen ist z. E. der Druck der Schwere eines aufliegenden Körpers. Der Effect der todten Kraft ist demnach, daß ausser diesem Subjecte von andern Substanzen ein gnugsamer Grad Kraft angewendet werden muß, um den Nisum zu verhindern, daß er nicht in die That ausbricht. Die lebendige Bewegungskraft ist ebenfalls auf zweyerley Art möglich. Sie kan entweder die Wirksamkeit eines zuvor verhinderten Nisus, oder die entstandene Thätigkeit einer zuvor völlig ruhenden Kraft seyn § 83. Beyde Arten können auch in einem bewegten Subjecte zusammen kommen. Denn es können in einem Elemente mehrere Kräfte beysammen seyn, Metaphys. §109, und daraus, daß man sie unter ei-

Gewöhnliche Bedeutung der Benennung der todten Kraft.

Was der Effect von der todten Kraft ist.

Zweyerley mögliche Arten der lebendigen Bewegungskraft.

nen Generalbegriff zusammen fasset, und die Kraft desselben nennet, folget nicht, daß das ganze Vermögen des Dinges von der Natur selbst zu einer einzigen physikalischen Kraft gemacht werden, oder aus einer einzigen dergleichen Kraft erwachsen müsse. Ob aber in der Welt beyde Arten wirklich vorhanden sind, und wiefern sie angenommen werden können, bedarf einer weitern Untersuchung.

§. 85.

Was der Widerstand heisset.

Indem eine bewegende Kraft einen Körper beweget, oder in Bestrebung darnach ist; so findet sie allezeit einen Widerstand. Ein **Widerstand** heisset hier eine sich äussernde Schwierigkeit die Bewegung zuzulassen, welche machet, daß ein genugsamer Grad Kraft darauf verwendet werden muß, oder ausserdem die Bewegung nicht geschiehet. Denn gesetzt auch, die zu bewegende Materie, wäre ohne alle thätige Kraft; so erfordern wenigstens die Gesetze der Wahrheit, daß ein endliches Ding irgend einen Grad einer thätigen Kraft zur Bewegung derselben anwenden muß, und daß es einen grössern anwenden muß, wenn eine grössere Menge Masse beweget werden soll. Denn sonst würden die Wirkungen in der Welt ihren Ursachen nicht proportional seyn, welches ungereimt ist. Hat

Was der Grund von dem Widerstande einer unthätigen Materie ist.

aber

aber die Materie, welche bewegt werden soll, selbst eine thätige Kraft, vermöge welcher sie nach einer andern Bewegung strebet, als darein sie ietzo gesetzet werden soll; so kan die ietzt abgezielte Bewegung nicht anders geschehen, als dadurch, daß das Vermögen des widrigen Bestrebens vernichtet wird. Dieser Widerstand ist demnach ein thätiger, dahingegen der vorige sich ohne thätige Kraft, bloß um der unvermeidlichen Gesetze der Wahrheit willen, äussern muß. Der Widerstand ist also in den thätigen und unthätigen einzutheilen.

Der Widerstand ist ein thätiger oder unthätiger.

Der thätige Widerstand geschiehet ferner entweder directe, wenn die bewegenden Kräfte in einer geraden Linie eine entgegen gesetzte Richtung haben, z. E. bey einer perpendicular auf- und absteigenden Bewegung. Wo dieses nicht statt findet, da geschiehet er indirecte, welches also auf zweyerley Art möglich ist, entweder so, daß die Directionslinien einen Winkel machen, oder also, daß die geschwindere Bewegung einem Körper, der sich nach eben der Richtung, aber langsamer, beweget, beygebracht werden soll, daher die Bewegung des letzteren dadurch, daß sie eine andere Geschwindigkeit hat, zuwege bringet, daß der erstere diese Determination der Geschwindigkeit überwinden muß, und also Widerstand findet. Metaphys. § 397.

Der thätige Widerstand geschiehet directe oder indirecte.

Zweyerley Art des indirecten Widerstandes.

§ 86.

Was man unter der Kraft der Trägheit verstehen soll.

Kepler hat wegen des Widerstandes, welcher sich äussert, wenn die Materie bewegt werden soll, derselben eine Trägheit (Inertiam) zugeschrieben. Man nennet sie auch, die **Kraft der Trägheit** (vim inertiae), da das Wort Kraft in der weitesten Bedeutung **Metaphys.** § 63, 79 genommen wird, welche mit dem engern Begriffe einer thätigen Kraft, oder gar mit dem Begriffe einer von der Natur selbst bestimmten thätigen Grundkraft, nicht zu verwirren ist. Wenn nun der Begriff der **Trägheit** nützlich bestimmet werden soll; so muß darunter nicht mehr, als derjenige Widerstand gerechnet werden, welcher sich ohne lebendige Bewegungskraft äussert. Daher ist die Inertia in die **metaphysische** und **physikalische** einzutheilen. Jene bestehet in dem unthätigen Widerstande, welcher sich bey der Bewegung der Materie, wegen der Gesetze der Wahrheit, äussern müßte, wenn sie auch ohne alle thätige Kraft wäre. Er ist aber so geringe, daß es scheinet, daß er niemals merklich werde, daher auch in der Naturlehre darauf nichts gerechnet werden kan. Die **physikalische** Inertia aber ist, welche ihren Grund zwar in einer thätigen Kraft hat, aber in einer solchen, welche iezt eine todte Kraft ist. Dergleichen thun z. E. die Körper vermöge ihrer Schwere, wenn

Inertia metaphysica & physica.

wenn sie fortgewälzet werden sollen. Demnach gehöret auch derjenige Fall zu dem Widerstande vermöge der Trägheit, da die langsamere Bewegung der geschwindern widerstehet, wenn sie auch schon ganz einerley Richtung haben. Denn der Körper, welcher die langsamere Bewegung hat, ist in so fern, wiefern seine Bewegung langsamer ist, als ruhend anzusehen. Zu demjenigen also, was er zu Wege bringt, wiefern man ihn als ruhend ansehen muß, ist seine Kraft eine todte Kraft. Hingegen ist diejenige Bestimmung der Kraft der Trägheit nicht nützlich, welche Newton und andere nach ihm angenommen haben, indem sie darunter eine jede Disposition des Körpers, in seinem Zustande zu verbleiben, verstehen. Denn solchergestalt ist auch die Thätigkeit, vermöge welcher die Bewegung fortgesetzet wird, eine Trägheit, da sie doch eine thätige Veränderung ist, welche ihre wirkende Ursache haben muß § 81, und es sehr vergeblich ist, zu sagen, daß ein Ding so lange keine Veränderung in seinem Zustande leide, so lange die hintereinander erfolgenden Zustände ein angenommenes Genus mit einander gemein haben. Wenn daher aus diesem Grunde einige der Materie alle Thätigkeit absprechen, weil sich alles aus der Trägheit begreiffen ließe; so ist solches eine Verwirrung, welche sich auf eine willkührlich

Widerlegung einer unrichtigen Bestimmung des Begriffes der Trägheit.

gemachte Bedeutung des Wortes Trägheit gründet, worunter man ganz wesentlich unterschiedene Dinge, nemlich etwas, darzu eine thätige Ursache, und die auch ietzt lebendig ist, beständig fortwirken muß, und etwas, darzu entweder gar keine thätige Ursache, oder doch keine Lebendigkeit derselben, nöthig ist, sondern welches eben bey Abwesenheit einer thätigen Ursache, oder der Lebendigkeit derselben, erfolget, zusammen genommen hat. Daher ist es auch vergeblich, vorzugeben, daß die Geister von der Materie dadurch unterschieden wären, daß sie eine thätige Kraft hätten, da sich doch nur Thätigkeiten von anderer Art bey ihnen befinden, und sich hingegen von der Materie in der Welt solche Kräfte erweisen lassen, welche in eben dem Verstande thätig heissen müssen, in welchem die geistigen also genennet werden. Indem man aber aus diesem willkührlich bestimmten Begriffe der Trägheit Causalerklärungen machen will; so nimmt man ein blosses Genus an statt einer wirkenden Ursache an § 21: und indem man durch den Begriff der Trägheit das ganze Wesen der Materie erschöpfet zu haben glaubet; so verschliesset man sich ohne Ursache zum voraus den Weg zu bessern Untersuchungen, und verhindert die Aufmerksamkeit auf die wesentlichen Unterschiede der Begriffe, welche die Natur selbst lehret.

§ 87.

§ 87.

Wenn man die jetzt erklärten Arten des Widerstandes wohl unterscheidet; so wird man leicht einsehen, daß diejenigen recht haben, welche leugnen, daß aller Widerstand eine bloße Privation sey. Doch hat man sich auch zu hüten, daß man nicht denselben zu frühzeitig von einer directe entgegen strebenden Kraft herleite. Denn wo er auch in einer thätigen Kraft seinen Grund hat, da kan es doch seyn, daß in ihr keine ausdrücklich hieher gerichtete Thätigkeit dazu da ist, sondern daß die betrachtete Wirkung aus der anderswohin gerichteten Thätigkeit der Kräfte, als ein unzertrennlicher Nebenumstand und per conqomitantiam, erfolget, und durch das bloße Daseyn jener Richtung zugleich determiniret wird. Z. E. dazu, daß der Ball von der Wand wiederum abspringet, brauchet die Wand keine thätige Widerstehungskraft, welche gegen den Ball gerichtet ist, sondern nicht mehr als die Trägheit, vermöge welcher sie nicht ausweichet. Denn bey Setzung derselben wird, weil der Ball elastisch ist, das Abspringen vermöge des Satzes vom Widerspruche determiniret. Wenn man Pulver auf einen Teller legt, den man in der Hand hält, und mit der andern Hand an den Teller stößt; so beweget sich das Pulver der Direction des Stoßes entgegen. Es folget dieses aber

Nicht aller Widerstand ist eine blosse Privation, doch ist er auch nicht zu frühzeitig einer thätigen Kraft zuzuschreiben, oder gar dazu eine besondere Materie zu erdichten.

ebenfalls aus keiner ausdrücklich gegen den Stoß strebenden Bewegungskraft, welche ihm widerstünde, sondern es wird durch die Schwere des Pulvers und die Bewegung des Tellers als ein unvermeidlicher Nebenumstand determiniret. Denn der Teller wird unter dem Pulver hingestoßen, weil die Körngen nicht mit ihm cohäriren; und indem sie vermöge ihrer Schwere herunter fallen, so geschiehet es auf einem andern Orte des Tellers, gegen die Gegend zu, wo der Stoß herkam. Die kleinen Hügelchen und Ungleichheiten auf dem Teller können zugleich eine beyhelfende Ursache seyn, die Bewegung der leichten Körpergen zu determiniren. Man sähe auch sonst gar keinen Grund, warum sich die Körpergen dem Stoße entgegen bewegen, und nicht vielmehr der Direction desselben folgen solten, da doch ein gestoßener Körper derselbigen sonst folget, und hier nirgends keine Hinderniß ist, und sich die Pulverkörngen gegen alle Seiten mit gleicher Leichtigkeit bewegen könten. Es ist auch nicht mehr als ein bloß existentialischer Effect, daß der Keil, welcher in einem Stücke Holz nach der Länge der Fibern steckt, weiter hineindringet, wenn man auf der andern Seite des Holzes anschlägt, ja daß diese Application oft viel vortheilhafter ist, als wenn auf den Keil selbst geschlagen wird. Nemlich indem

man

man mit Gewalt an das Holz schlägt; so werden plötzlich alle die elastischen Theile desselben erschüttert, und es entstehet theils eine Bemühung in der Direction des Stosses fortzufliegen; theils sich von einander zu entfernen, wiewol die Schwere und Cohäsion solches nicht geschehen läßet, und daher sich gleich darauf die Theilgen wiederum in ihre vorige Lage begeben. Weil nun der Keil, auf gleiche Art nicht mit erschüttert werden kan, und doch vermöge seiner Schwere nothwendig widerstehet; so werden in dem Augenblicke des Schlages, die kleinsten Theilgen des Holzes etwas an ihm hingeschoben, und indem sie sich wiederum zusammen ziehen, so stecket er nun tiefer, und kommt auf ieden Schlag tiefer. Daher kan es auch durch zufällige Ursachen geschehen, daß eine solche durchgängige Erschütterung der Holztheilgen bequemer ist, den Keil tiefer zu bringen, als wenn man ihn selbst durch einen Schlag treiben soll, da er die Cohäsion wenigstens ohne Beyhülfe einer so merklichen Erschütterung überwinden muß, und vielleicht eben an einem Orte appliciret ist, wo gewisse sehr feste Puncte zu trennen wären, denen ausgewichen werden kan, wenn durch das Schlagen auf der entgegen gesetzten Seite eine durchgängige Erschütterung verursachet wird. Daher ist es noch nicht genug, wenn man beweisen will, daß

der Widerstand in einer wahren Thätigkeit bestanden habe, und welche man sich eben so, wie die Thätigkeit in der anstoßenden Ursache vorstellen müsse, wenn man sich nur darauf beruffet, daß Druck, Bewegung, Zertrennung der Körper u. s. f. dadurch eben sowol verursachet werden. Die Kennzeichen, daß irgendwo eine thätige Kraft zu etwas vorhanden ist, müssen vielmehr diese beyden seyn: 1) Man muß erweisen können, daß das Ding, welches man, als die Ursache zu etwas angiebt, auch wirklich die Ursache ist, Log. § 537. 2) Man muß auch vor bekannt annehmen können, daß der Effect nicht durch das bloße Daseyn gewisser Dinge vermöge des Satzes vom Widerspruche determiniret wird. Denn sonst brauchet man keine thätige Kraft, Metaphys. § 79. Eben so wenig hat man Ursache vor die widerstehende Kraft eine besondere Materie zu erdichten, und dieselbe der Materie, welche die thätige Kraft hat, entgegen zu setzen*.

Kennzeichen, daß irgendwo eine thätige Kraft zu etwas vorhanden ist.

§ 88.

* Dieses thut Cadwallader Colden in seiner Erklärung der ersten wirkenden Ursache in der Materie rc. dargegen Herr Prof. Abr. Gotth. Kästner in denen seiner Uebersetzung beygefügten Anmerkungen richtig erinnert hat, daß die Kraft der Gegenwirkung bey der Trägheit der Materie nichts anders ist, als der Satz des zureichenden Grundes auf einen Körper

§ 88.

Die Action ist der Reaction gleich.

Von den Kräften unterscheide man die Actionen, welche in einem Zeitpuncte in dieses oder jenes Object geschehen. **Die Action ist allemal der Reaction gleich**, und kan weder grösser noch kleiner seyn. Denn durch die Action in ein Object, wie fern sie wirklich in dasselbige geschiehet, wird der Zustand desselben verändert, oder wenigstens ein Bestreben dazu verursachet. Wiefern nun dieses geschehen soll, muß das Object nicht zu eben der Veränderung schon vor sich disponirt gewesen seyn, weil sonst die Thätigkeit der Ursache ohne allen Effect gewirket hätte, welches ungereimt ist. Folglich muß in dem Objecte eine Disposition zu irgend einem andern Zustande da gewesen seyn, welche demnach in Ansehung der ietzt hervorzubringenden Veränderung eine Schwierigkeit und ein Widerstand war, und eben die Reaction genennet wird. So bald dieselbe vernichtet, das ist, unkräftig gemacht worden; so geschiehet eben hiemit die Veränderung des Zustandes, welche geschehen solte, und darauf die gesetzte Action gerichtet war. Metaphys. § 399 rc. Doch hat man sich zu hüten, daß man nicht hiemit diejenigen Fälle verwirre, da gefraget wird, warum manche

Warnung vor Mißbrauch dieser Regel.

per angewandt, den man sich von einer bloß leidenden Natur vorstellet. pag. 98.

manche Körper nach der Action wiederum von neuen so viel Thätigkeit erlanget haben, als sie zuvor hatten, oder da man von einer Gleichheit der Wirkungen mit ihren Ursachen, oder von der Erhaltung der thätigen Kräfte in der Welt redet. Dieses brauchet alles besondere Untersuchungen, und kan aus der Gleichheit der Action und Reaction noch nicht hinlänglich bewiesen werden. Denn die Reaction kan ihren Grund in thätigen Kräften, oder auch in dem unwirksamen Vermögen eines blossen Existentialgrundes, Metaphys. § 79. 401, oder in beyden haben. Und wenn sie ihn in thätigen Kräften hat, so kan es seyn, daß sie ausdrücklich hieher gerichtet sind, oder daß die Reaction als ein existentialischer Effect von einer anderswohin gehenden Richtung abhanget. Ja weil aus dem angegebenen Grunde erhellet, daß die Reaction in allen Augenblicken um so viel grösser werden muß, ie mehr die Action vergrössert wird; so kan man sagen, sie werde von der Action selbst vermittelst der Natur des Objectes, darein sie geschiehet, hervorgebracht und veranlasset. Z. E. ie geschwinder man einen Ball fortschlagen will, desto stärker widersteht er, obgleich seine Schwere immer einerley bleibet, Metaphys. § 80. Von was vor Art daher die Reaction in iedem Exempel sey, und wie viel von thätigen Ursachen, oder unwirk-

wirksamen Gründen herkommt, muß in iedem Exempel besonders bemerket werden. Der Effect der Reaction ist allezeit eine Einschränkung oder Vernichtung der bewegenden Kraft in der Ursache. Daher kan auch dadurch so wol die Direction einer lebendigen Kraft, als der Druck einer todten Kraft verändert und modificiret werden. Wenn aber ein Körper durch die Resistenz eines andern eine neue thätige Kraft bekommt; so liegt die Ursache nicht in der Reaction, davon wir reden, und welche der Action gleich seyn muß, weil ja dieselbe allezeit vorhanden ist, sondern sie ist in der Elasticität zu suchen, wie im folgenden weiter erhellen wird.

§ 89.

Die bewegenden und widerstehenden Kräfte wirken nach Proportion der Masse und Geschwindigkeit.

Die Ursache der Bewegungen sey auch welche sie nur wolle, so muß sie doch nach Proportion der Geschwindigkeit und der Masse vermögender seyn. Denn eine geschwinde Kraft agiret binnen einer gegebenen Zeit mehr mal, und keine Action kan ohne allen Effect seyn. Die Masse aber bestehet aus einer Menge solcher Theilgen, deren iedes vor sich ietzo eine Ursache zur Bewegung ist: daher es dieselbe vergrössern hilft, wenn es mit andern zusammengenommen wird. Und mit dieser Einschränkung muß der Satz auch appliciret werden. Z. E. die schweren Körper drücken

nach

nach Proportion ihrer Masse, weil alle dazu gehörige Theilgen mit gleicher Geschwindigkeit gravitiren. Hingegen kan es anders scheinen, wenn man Achtung giebt, daß bisweilen eine kleine Stahlfeder, oder ein kleiner Magnet, andere die grösser sind, an Kraft übertreffen. Dieses aber kommt daher, weil in dem Grössern nicht alle Theile des Körpers die betrachtete Kraft haben, oder sie doch nicht in gleichem Grade, oder in eben dem Grade, wie in dem kleinern Körper, haben. Auf eben die Weise erkennet man, daß sich auch der Widerstand der Körper nach ihrer Masse, und nach Proportion der Geschwindigkeit der Kraft, davon er abhanget, richten muß.

§ 90.

Die bewegende Kraft gehet nicht aus einem Körper in den andern über, sondern der eine bringet nur die Bedingung derselben in dem andern hervor.

Eigentlich zu reden kan keine Kraft aus einem Subjecte in ein anderes übergehen. Denn da die Kraft etwas ist, welches in einem Subjecte subsistiren muß, so kan sie nicht beweget werden, auch nicht ohne ein Subject seyn. Es ist daher eine bloße Dunkelheit der Begriffe Schuld daran, wenn sich einige Gelehrte einbilden, als ob ein Körper dem andern seine Bewegungskraft wirklich mittheilete. So wenig die Gelehrsamkeit oder Klugheit des einen Menschen in den andern übergehen kan, eben so wenig kan eine iede andere Kraft, und überhaupt ein iedes Accidens prae-

praedicamentale aus einem Subjecte in das andere hinüber gebracht werden. Folglich wenn eine bewegende Kraft aus einer Substanz in die andere überzugehen scheinet; so bringet bloß die eine diejenigen Umstände hervor, wodurch in der andern die schon vorher in ihr befindliche Kraft erwecket, oder auf gewisse Weise zu agiren determiniret wird. Nun kan dasjenige, was die bewegende Substanz in der bewegten hervorbringen kan, nichts anders seyn, als gewisse Bewegungen derselben, weil ein endlich Ding ausser sich nichts anders zu verursachen geschickt ist. Folglich müssen die Bewegungen des bewegten Subjects von Gott selbst durch ein oberstes Grundgesetz der Actionen zu Bedingungen bestimmt seyn, unter denen die in den Elementen liegenden wirksamen Kräfte so oder anders zu wirken anfangen § 19. Dieses ist nothwendig, und kein willkührlicher Satz, oder Hypothesis, Metaphys. § 362, 402 ꝛc., und wer es leugnet, dessen dunkele Begriffe lösen sich zuletzt nothwendig in Ungereimtheiten und Widersprüche auf. Man kan hieraus beurtheilen, wiefern die Regel wahr ist, daß alles was bewegt wird, von einem andern bewegt werde. Nemlich sie ist ein Postulatum der Erfahrung von den Bewegungen, die wir an den Körpern wahrnehmen, und hat auch alsdenn nicht die Bedeutung, daß

Wiefern die Regel wahr ist, daß alles, was bewegt wird, von einem andern bewegt werde.

der

der bewegende Körper den bewegten beständig berühren müsse, welches der Flug, darein sich die Körper bringen lassen, widerleget; sondern nur, daß die natürliche Bewegung, die wir an einem Körper wahrnehmen, irgend einmal von der Bewegung eines andern Dinges verursachet worden. Es ist aber keine kosmologische Regel, oder welche von allen Substanzen gilt, in welchem Falle sie vielmehr ungereimt seyn würde, weil es nothwendig ursprüngliche Bewegungen giebt, die nicht wiederum von andern Bewegungen herkommen, sondern vielmehr alle Bewegung endlich von einer geistigen Kraft herzuleiten ist, Metaphys. § 403 2c.

§ 91.

Mit was vor Umständen ein Körper den andern in Bewegung setzet, so daß es nicht von der bloßen Undurchdringlichkeit herkömmt.

Das Vermögen, wie ein Körper den andern in Bewegung also setzet, daß man es nicht bloß als einen existentialischen Effect aus der Undurchdringlichkeit der Materie herleiten kan, sondern es der Erweckung thätiger Kräfte zuschreiben muß, äussert sich sonderlich mit folgenden Umständen: 1) Eine angefangene Bewegung setzet sich fort. Und es scheinet, daß sie sich beständig, oder wenigstens länger, als wir sie observiren könnten, fortsetzen würde, wenn nicht der Widerstand anderer Körper, z. E. das Reiben, die umher befindliche flüßige Materie, der Anstoß an

feste

feste Körper, die Schwere etc. es hinderten. Wenn sich daher dem ungeachtet eine Bewegung eine Zeitlang fortsetzen soll; so muß sie mit einer gewissen Geschwindigkeit angefangen werden, damit sie vermögend genug sey: und je mit grösserer Geschwindigkeit ein Bewegungs-Nisus von seinem Widerstande befreyet wird, desto besser setzet sich seine Action fort. 2) Der Körper, in welchem die bewegende Kraft war, verlieret seine Bewegung ganz oder zum Theil dadurch, daß er andere in Bewegung bringet, daher es eben scheinet, als ob die Kraft in dieselben übergienge. 3) Wenn er seine Action gegen den Körper, der bewegt werden soll, eine zeitlang fortsetzen kan; so nimmt in diesem die bewegende Kraft immer zu, so daß sie auch den bewegenden Körper selbst endlich an Geschwindigkeit übertrifft, z. E. wenn sich der Ball von dem Raket absondert, oder eine grössere Kugel die kleinere fortschnellet § 123.

Wie die Untersuchung der Ursachen hiervon anzustellen ist.

Wenn wir nun von diesen merkwürdigen Begebenheiten die Ursachen aufsuchen wollen; so dürfen wir nicht eben Beweise der Nothwendigkeit davon verlangen § 17. Denn diese Dinge hangen von der willkührlichen Einrichtung des Schöpfers ab, welche er nicht um einer Nothwendigkeit der Natur willen, sondern wegen gewisser Endursachen gemacht hat. Wem dieses bedenklich vorkommt, der kan wenigstens nicht leugnen, daß sie eben so

leichte davon abhangen können. Folglich ist a priori klar, daß hiebey, um die wahren Ursachen zu finden, nichts weiter zu thun ist, als daß man solche Hypotheses annehme, deren Realität sich erweisen läßset, § 48, 49, und aus denen sich die physikalischen Gesetze der Bewegung erklären lassen, welches auch zu einer vernünftigen Zuverläßigkeit genug ist § 29.

§ 92.

Irgend eine Bewegung der elementarischen Substanzen ist die Bedingung von der Erweckung ihrer Bewegungskraft.

In den elementarischen Theilgen muß irgend eine Bewegung ihrer Substanz die Bedingung seyn, an welche Gott die Wirksamkeit einer thätigen Bewegungskraft, die er darein gelegt hat, verbunden hat, durch deren Entstehung also diese letztere erwecket, und in Action gebracht wird § 90. Von was vor Art dieselbe ist, läßset sich eben so wenig ausmachen, als sich ordentlicher Weise die Figur der elementarischen Theilgen bestimmen läßt. Es scheinet aber eine schwerere Möglichkeit zu seyn, wenn man bloß eine äusserliche totale Bewegung derselben davor annehmen wolte, als wenn man eine Veränderung der Figur und Grösse des elementarischen Theilgens, und also eine partiale äusserliche Bewegung desselben, davor erkennet, wobey iedoch nichts hindert, daß nicht eine anderweitige totale Bewegung der Substanz

stanz zu eben der Zeit geschehen kan. Es wird also vernünftiger seyn, die letztere Meynung anzunehmen, wiewohl ich mich mit denenjenigen nicht eben in Streit einlassen will, welche zur Erweckung verschiedener Kräfte bald eine partiale äusserliche Bewegung des elementarischen Subjects, bald eine totale, ohne irgend eine Veränderung der Figur desselben, annehmen wolten. Uebrigens gilt es mir gleich, ob man sich vorstellen will, daß die Figur in dem elementarischen Theilgen also verändert wird, daß sie nur, indem sie auf einer Seite eingedrückt werden, auf der andern erhabner würden; oder daß in ihnen ein leerer Raum befindlich ist, und sie also im eigentlichsten Verstande zusammen gedrückt würden. Ich sehe zur Zeit keinen Grund etwas gewisses hievon auszumachen. In beyden Fällen aber wird man dabey so viel einsehen, daß die thätige Kraft, die man in den Elementen annehmen muß, mit der thätigen Kraft der Geister etwas ähnliches hat, wie wohl die Elemente dadurch nicht zu Geistern werden. Denn man hat deswegen gar keine Ursache Vorstellungen in ihnen anzunehmen, weil wir nur von Kräften reden, durch deren Wirksamkeit gewisse Bewegungen determiniret werden, und einmal vor allemal wissen, daß uns die innerliche Beschaffenheit der physikalischen

Grundkräfte, so wol in den Geistern als Elementen, nicht bekannt ist.

§ 93.

Sobald die Figur eines elementarischen Theilgens geändert wird, entstehet ein Bestreben, sich wieder darein zu setzen, und zugleich auch seine Bewegung in der Direction des Stoffes fortzusetzen.

Man nehme nun an, daß so bald die Figur eines elementarischen Theilgens verändert wird, die thätige Bewegungskraft desselben theils zu einer Bestrebung determiniret wird, das Subject wiederum in die vorige Figur zu setzen, theils auch in eine Bestrebung kömmt, vermöge welcher das Element zur Fortsetzung einer äusserlichen Bewegung nach der Richtung der anstoßenden Ursache determiniret wird. Diese Hypothesis machet keine Schwierigkeit. Denn theils kan sie bloß als eine solche fernere Bestimmung des vorigen Satzes angesehen werden, welche eben so leicht möglich ist, als eine iedwede andere; theils aber ist sie schon deswegen vor real zu halten, weil wir ja in der Welt allenthalben so wohl Exempel von Actionen, die sich in der angefangenen Direction fortsetzen, als auch Exempel elastischer Körper vor Augen haben, welche nach Veränderung ihrer Figur ein Bestreben äussern, sich wiederum darein zu setzen. Warum solte dergleichen Kraft, als die letztere ist, den Elementen von Gott nicht ebenfalls beygeleget seyn können? Es soll vielmehr an seinem Orte

gezeiget

gezeiget werden, daß ohne dergleichen auch keine mechanische Elasticität begreifflich ist. Mit Annehmung derselben aber wird keine Petitio Principii begangen § 19. Diejenigen Elemente, welche mit dergleichen Kraft versehen sind, sind daher sämmtlich elastisch *. Zu Auflösung der Erfahrun-

 gen

* Der berühmte Joh. Bernoulli setzet nicht nur, daß alle Bewegung also angesehen werden könne, als wäre sie von einem Elastro hervorgebracht worden, Dissert. de vera notione virium viuarum, Tom. III. opp. p. 242, 243. Discours sur le mouvement ib. pag. 48, sondern er brauchet es auch in der That zu seinem Systemate unentbehrlich, daß sie allezeit auf dergleichen Art entstehet. Denn darinnen suchet er unter andern einen festen Grund, die Erhaltung der lebendigen Bewegungskräfte zu behaupten. Die lebendige Bewegungskraft, welche unterzugehen scheinet, soll sich noch durch die Zusammendrückung der kleinen Theilgen erhalten p. 243, 245, ꝛc. Dieses muß unstreitig so fortgehen, bis auf die allerersten, weil sich seine angegebenen Gründe allezeit wiederum schicken. Ja er saget, die Bewegungskraft in einem Körper, wiefern er durch die Erschöpfung des Druckes eines Elastri in Bewegung ist, sey es eigentlich, welche man die lebendige Kraft nennen solle pag. 37. Demnach kan seine Meinung ohne elastische Elemente nicht bestehen. Eben daraus folget, daß er sie zur Erklärung der physikali-

gen aber hat man nöthig, entweder alle Elemente also anzunehmen, oder wenigstens eine so grosse Menge derselben, daß der Effect derer, denen es daran fehlen solte, uns nicht mehr merklich wird, sondern daß sie durch die Bewegung dererjenigen, darinnen sich diese Kraft befindet, zugleich mit beweget werden können.

§ 94.

Wie die Erweckung der thätigen Kraft stufenweise stärker wird.

Aus dieser Hypothesi lassen sich so gleich einige wichtige Folgerungen verstehen: 1) So lange die Körper einander berühren, kan die Erweckung einer bewegenden Kraft in dem zu bewegenden Subjecte beständig von neuen geschehen, und sie kan dadurch im-

sikalischen Ursache der Bewegung ohne Grund verworfen und vor eine Petitionem Principii ausgegeben hat pag. 83. Sein eigen Systema hängt ohne dieselben nicht zusammen. Denn ob er wohl die physikalische Ursache der Elasticität in einer angenommenen Bewegung kleiner Sphären suchet, auf deren fernere Ursache er sich nicht einlassen will pag. 96 ꝛc. it. p. 11. so muß doch wenigstens auch die Bewegung derselben nach den allgemeinen Gesetzen der Bewegung geschehen, und er muß zugeben, daß die Erhaltung und Berechnung der lebendigen Bewegungskräfte bey denenselben sowohl als anderwärts gelten muß. Von dieser aber hat er eben gestanden, daß sie aus nichts anders als aus Elastris begreifflich gemacht werden muß.

immer stärker und vermögender werden. Denn indem in dem elementarischen Theilgen Eindrückungen geschehen; so wird es dadurch zu einer Bestrebung in der Direction des Anstoßes determiniret werden. Hierdurch wird es entweder andere, die es berühret, zu eben dergleichen Erweckung ihrer Kraft determiniren; oder es würde sie ausserdem, wenigstens vermöge der Undringlichkeit vor sich hinstossen; oder vermöge der Cohäsion, wenn es mit ihnen einige hat, mit sich fort ziehen. Wenn nun aber der Widerstand derselbigen noch zu groß ist, daß daher das Element noch zur Zeit an seinem Orte verbleiben muß; so wird es durch die Bemühung, seine Figur wiederherzustellen, nothwendig dem anstossenden Subjecte selbst widerstehen, und es zurückzutreiben anfangen. So lange dieses geschiehet, und das vorige Subject seinen Anstoß wiederholet: so wird immer die Bedingung von neuen hervorgebracht, durch welche in dem Elemente eine thätige Kraft erwecket wird. Folglich wird auch die thätige Kraft immer im höhern Grade erwecket, und nimmt also an Wirksamkeit und Vermögen zu. 2) Hiedurch wird demnach der Widerstand, welchen eine gewisse Masse thun konnte, immer unvermögender. Denn er wird immer einer grössern bewegenden Kraft opponirt, daher er in Vergleichung derselben immer weni-

Wie daraus eine lebendige Bewegung erfolgen kan, die auch an Geschwindigkeit den Stoß

fenden Körper selbst übertreffen kan.

ger beträgt, und endlich seiner ungeachtet eine lebendige Bewegungskraft in dem zu bewegenden Subjecte entsteht, welche daher auch an Geschwindigkeit das anstossende Subject selbst übertreffen kan, wodurch jedoch der Effect nicht etwan grösser als seine Ursache wird, wie weiter unten erhellen wird. Dieses geschieht z. E. wenn zu eben der Zeit eine zuvor unbewegliche Hinderniß durch eine andere Kraft hinweg geschafft wird, als wie, wenn man das eine Ende einer Schleuder fahren läßet, daß der Stein fortfliegen kan, welcher die Resistenz der Schleuder vor sich nicht überwunden haben würde; oder wenn die umliegenden Materien einen schwachen Widerstand thaten, und nur die eigene Trägheit des Körpers widerholte Actionen erforderte, um dieselbe auf eine gewisse Distanz zu zernichten, daher er sich hernach durch die leicht beweglichen Materien, so lange als seine Kraft zureichet, mit einer abnehmenden Geschwindigkeit fortbeweget, als wie, wenn der Ball fortgeschlagen wird.

Warum bey Vermehrung der Masse die Geschwindigkeit vermindert wird.

3) Wenn daher die Masse vermehret wird, so wird die Geschwindigkeit der bewegenden Kraft dadurch vermindert. Denn nun muß die Kraft in allen Augenblicken mehr Widerstand überwinden, sie mag nun in andern Theilgen durch eine Eindrückung der Substanz derselben die bewegende Kraft excitiren sollen; oder sie mag sie nur wegen der Undurchdringlichkeit vor sich herstoßen;

oder

oder wegen der Cohäsion mit sich fortziehen sollen. 4) Je geschwinder ein Bewegungs-Nisus von dem Widerstande befreyet wird, in eine desto stärkere Bewegung bricht er aus, und desto vermögender ist er. Z. E. die Sehne eines Bogens treibet den Pfeil weiter, wenn sie schnell niedergelassen wird, als wenn solches langsam geschiehet. Denn die Wirksamkeit, wodurch sie ihn forttreibet, kommt auf die Geschwindigkeit an, mit welcher sie unmittelbar an ihn anstößet. Wenn sie aber langsam losgelassen wird; so wird ihre Langsamkeit durch gewisse Hindernisse bestimmt, welche sie überwinden muß. Folglich verwandelt sich auch ihr Bewegungs-Nisus beständig in einen solchen, welcher geringere Geschwindigkeit hat.

Ein Bewegungs-Nisus bricht in desto stärkere Bewegung aus, ie geschwinder er vom Widerstande befreyet wird.

§ 95.

Man muß sich ferner vorstellen, daß die bewegenden Kräfte in den Elementen zu einer viel grössern Geschwindigkeit ihrer Wirksamkeit geschickt sind; oder gar beständig darnach streben, als wozu sie, wenigstens ordentlicher Weise, in der Welt iemals erwecket werden können. Man begreiffet a priori, daß diese Hypothesis keine Schwierigkeit hat, weil es auf nichts anders, als auf der Willkühr und den Absichten Gottes beruhet haben kan, was vor einen Grad der Geschwindigkeit er ihrer

Die Kräfte der Elemente sind zu viel grösserer Geschwindigkeit aufgelegt, als worzu sie iemals erwecket werden können.

Wirksamkeit hat beylegen wollen. Ja vielleicht ist ihre Natur so beschaffen, daß sich ihre Wirksamkeit durch eine infinitatem progressivam beständig vermehren liesse. Ferner kan man die Realität hievon durch das Exempel der bekannten geistigen Kräfte begreiffen. Denn es lässet sich kein Grund angeben, warum nicht die thätigen Kräfte der Elemente ihnen hierinne ähnlich seyn könnten. Wir wissen aber, daß sich die geistigen Kräfte beständig noch weiter cultiviren und in ihrer Wirksamkeit vermehren lassen.

§ 96.

Wie daraus nochmals folget, daß die verursachte Bewegung geschwinder als ihre veranlassende Ursache seyn kan.

Daraus folget 1) abermals, daß durch die wiederholte Bemühung, ein Subject in Bewegung zu setzen, die Geschwindigkeit der Bewegung, darein dasselbe endlich versetzet wird, grösser werden kan, als die Geschwindigkeit der bewegenden Ursache war. Denn wenn die thätige Kraft, welche erwecket wird, vermöge ihrer Natur nach einer grössern Geschwindigkeit strebet; so wird sie immer zu einer geschwindern Bewegung geschickt gemacht, je mehr malen die Erweckungen geschehen, und sie bricht in dieselbe aus, so bald sie einmal denen Hindernissen gewachsen ist. Man könnte sich dieses durch das Gleichniß eines Pferdes erläutern, welches vor einen Wagen gespannet ist, der ihm zusehr widerstehet, und

und welches wirklich nach einer grössern Geschwindigkeit im Lauffen strebet, als ihm ietzo möglich ist. Der Wagen wird geschwinder beweget werden, so bald mehrere seines gleichen darneben gespannet werden, und zugleich ziehen. Eben dergleichen Beschleunigung der Bewegung kan daher auch dadurch geschehen, wenn mehrere Ursachen zugleich gegen eine Substanz wirken, und ob sie wohl an sich einerley Geschwindigkeit haben, doch die Bedingungen, unter denen die thätige Kraft wirksam wird, deswegen vollkommener entstehen, weil sie in mehrern Puncten zugleich bewirket werden. Daß dieses so sey, bestätiget die Erfahrung. Denn wie könnte sich sonst eine Kugel, die man in Flug bringet, von dem anstoßenden Körper, wodurch sie darzu determiniret wird, absondern, wenn nicht die bewegende Kraft, die ietzo in ihr wirksam ist, eine grössere Geschwindigkeit hätte, als der anstossende Körper, der sie in Action bringet §. 123? Es könnte auch seyn, daß die elastischen Elemente, nachdem sie bey dem Anfange ihres Flugs von dem vorigen Widerstande frey geworden, sich eine Zeitlang währenden Flugs immer mehr ausbreiteten oder aufwänden, und daß schon hierdurch zur Erweckung ihrer thätigen Kraft in der angefangenen Direction neue Zusätze hinzukämen. Vielleicht wäre dieses einer von den Gründen, wodurch

die

die sich ausbreitende Luft, z. E. in dem entzündeten Schießpulver, ein so großes Vermögen bekömmt. Doch räume ich ein, daß diese Vermuthung nur von der anerschaffenen Elasticität der Elemente gilt. Von der mechanischen Elasticität der Körper hat man keinen Grund, dergleichen zu behaupten, wie an seinem Orte weiter dargethan werden wird. Denn bey dieser letztern kömmt es bloß darauf an, wie die kleinern Körpergen oder Elemente, wegen derjenigen Verbindung, darinnen der Grund der mechanischen Elasticität des Körpers lieget, gegen einander wirken, und dadurch die Erweckung der thätigen Kraft fördern oder hindern können, indem sich der Körper ausbreitet, daher sich davon nichts allgemeines sagen lässet. Räumet man die Vermuthung ein, so folget indessen, daß, so bald die Beschleunigung der Bewegung ihren Gipfel erreichet hat, sich die Verzögerung derselben anfängt, und, wenn dieses bey der Luft in dem Schießpulver geschehe, a posteriori erlernet werden muß, um die vortheilhafteste Länge eines Schießgewehres zu bestimmen.

Wie lange ein anstoßender Körper die Geschwindigkeit der Bewegung des andern vermehren kan.

2) So bald daher der zuvor anstoßende Körper nicht mehr so nahe ist, daß er das zu bewegende Subject berührt, und demselben, indem es sich wieder in seine vorige Figur zu setzen bemühet § 93, von neuen widerstehen, und die bewegende Kraft in ihm

ihm von neuen erwecken kan; so vermehret er die Geschwindigkeit nicht mehr, sondern er muß, wenn seine Geschwindigkeit gleich eben so groß wäre, nur hinter demselben hergehen. Er kan aber nicht mehr darein wirken. Hingegen 3) ist klar, daß, so lange die Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers größer ist, als desjenigen, der beweget werden soll, auch dieser dadurch zu noch grösserer Geschwindigkeit determiniret werden wird.

§ 97.

Es ist über dieses auch möglich, daß es in den Elementen auch solche bewegende Kräfte giebt, welche nicht bloß in verhinderten Nisibus bestehen, sondern vor ihrer Erweckung völlig geruhet haben, und, so bald die Bedingungen ihrer Wirksamkeit hinzugekommen, in Action gebracht werden, ungeachtet dieses vielleicht nicht anders geschehen kan, als also, daß eine andere Kraft, welche ein verhinderter Nisus war, in Action gebracht worden. So bald man dieses irgendwo setzen wolte, so folgete hernach noch aus einem neuen Grunde, daß die Geschwindigkeit eines solchen bewegten Subjects immer zunehmen würde, so weit es nemlich nicht der Widerstand verhindert, welcher geschiehet, indem die bewegende Kraft

Vielleicht giebt es auch in den Elementen solche Kräfte, welche nicht in verhinderten Nisibus bestehen, sondern vor ihrer Erweckung völlig geruhet haben, und die, wenn die Nisus in Bewegung ausbrechen, zugleich in Action kommen.

Kraft anderer Substanzen dasselbe eindrücket, und dadurch die Bedingung zum Theil aufhebet, unter welcher doch lediglich die bewegenden Kräfte wirksam seyn konnten. Die Möglichkeit einer solchen Hypothesis lässet sich eben so, wie bey der vorigen, rechtfertigen. Daß ich nur von der Aehnlichkeit mit den Geistern etwas gedenke, so lehret die Erfahrung von der Einbildungskraft, daß vermöge derselben die in Action gebrachten denkenden Kräfte nicht nur ihre Action fortsetzen, sondern, daß auch über dieses andere Vorstellungen erwecket, und also die Action anderer denkenden Kräfte veranlasset wird, welches nach Proportion der Lebhaftigkeit geschiehet, in welcher die zu anderer Zeit gehabten Vorstellungen noch in der Seele vorhanden sind. Aus was vor Grunde wolte man leugnen, daß gewisse Bewegungskräfte in den Elementen auf eine ähnliche Art verknüpft seyn könnten, daher die Wirksamkeit der einen durch die Wirksamkeit der andern veranlasset werden, und weil sie beyde nach der Bewegung des Subjects streben, dadurch eine beschleunigte Bewegung verursachet werden könnte. Ob es aber dergleichen Bewandniß mit den Elementen in der Welt wirklich habe, soll hiemit noch nicht behauptet werden.

§ 98.

§ 98.

Hingegen ist weiter vor gewiß anzunehmen, daß alle Materien in der Welt, nur die äusserste ausgenommen, sich in dem Stande einer Zusammendrückung befinden, welche ihnen widernatürlich ist. Die Realität der Hypothesis wird theils dadurch erwiesen, weil man es an vielen Substanzen durch Versuche klar machen kan, z. E. an der Luft und dem Feuer, durch dessen ausdehnende Kraft die verbrennlichen Theilchen zerrissen werden: theils ist auch schon die Deutlichkeit derselben ein Kennzeichen ihrer Realität. Denn es folget daraus: 1) Wenn der Widerstand nicht von allen Seiten gleich ist; so brechen die Körper vermöge ihrer innerlichen thätigen Kraft dahin in Bewegung aus, wo er am schwächsten ist. Dieses muß erfolgen, wenn auch gleich kein Stoß von aussen durch irgend eine lebendige Bewegungskraft hinzukömmt, wiewohl sich derselbe auch damit verbinden kan. Indem 2) diese Bewegung wirklich geschicht, so fänget diejenige thätige Kraft zu wirken an, vermöge welcher eine iede angefangene Bewegung fortgesetzet wird § 93. Weil nun auch die Körper nicht auf einmal, sondern durch unzählich viel Grade, zur Bewegung gebracht werden § 46, 94; so ist eine iede anfangende Bewegung eine

Die Materien in der Welt befinden sich im Stande einer widernatürlichen Zusammendrückung.

Wie dadurch bey ungleichem Drucke von verschiedenen Seiten eine lebendige Bewegung begreifflich wird,

ingleichen, daß eine anfangende Bewegung eine beschleunigte ist.

eine beschleunigte, wenigstens so lange der Körper noch von andern, die ihn fortstoßen, berühret wird, und sie kan erst gleichförmig werden, wenn sie ihn nicht mehr berühren, und verwandelt sich hernach durch den Widerstand in eine verzögerte *.

§ 99.

* Der Satz, daß ein von verschiedenen Seiten ungleich gedrückter oder gestossener Körper, gegen die Seite in Bewegung ausbricht, von welcher der Druck oder Stoß am geringsten ist, ist eines von den Haupt-Axiomatibus der Naturlehre, aus welchem der gröste Theil natürlicher Begebenheiten erkläret werden muß. Man sehe nur zu, daß man es auch in dem Verstande annimmt und anwendet, wie es die unmittelbare Evidenz eines Axiomatis an sich hat, und daß man nicht durch willkührliche Bedeutung der Wörter unter dem Vorwande desselben etwas unerweisliches vertheidigt, oder ohne zu einer deutlichen Vorstellung zu gelangen, eine Sache erkläret zu haben sich einbildet. Man muß entweder einen Druck der umliegenden Substanzen gegen die zu bewegende setzen, oder man muß lebendige Bewegungen setzen, mit welchen von aussen gegen die zu bewegende Substanz gestossen wird, oder welche in ihr nach vorhergegangenem Stosse nun wirken, und deren Richtung auf der andern Seite die Wirkung eines Druckes oder einer andern lebendigen Bewegungskraft entgegen gesetzet ist. In allen diesen Fällen

muß

§ 99.

Unter den iezt gesezten Bedingungen hat man demnach Grund in den Elementen, und mithin auch in allen Körpern, als welche daraus bestehen, eine Tendenz gegen alle Seiten anzunehmen. Es ist aber offenbar, daß man dazu Elemente haben

Wiefern man eine Tendenz der Elemente und Körper gegen alle Seiten annehmen kan.

muß die wirklich erfolgende Bewegung der Direction der stärkern Kraft folgen, wie wir sehen, daß es geschiehet, wenn sich ein Körper zwischen zwey ungleich starken Stahlfedern befindet, oder durch widrige Winde, aber von ungleicher Stärke, getrieben wird. Hingegen ist es eine bloß scheinbare Deutlichkeit, wenn sich einige die Sache also vorstellen: in iedem Theilgen des Körpers sey eine Tendenz gegen alle Seiten; die Reaction sey nicht nur der Action gleich, sondern es sey auch alle Resistenz eben sowohl eine wahre Action einer innerlichen determinirten Kraft; die Action eines andern Theilgens sey nur die Bedingung von der Direction und dem Ausbruche der reagirenden Kraft. Denn man kan auch alsdenn sagen, die Bewegung geschehe allezeit nach der Direction der stärkern Kraft. Allein man saget ganz etwas anderes, als was nach vorermeldetem Axiomate klar und deutlich ist. Denn erstlich ist die Reaction, davon sich erweisen lässet, daß sie der Action gleich ist, noch lange nicht allezeit die Wirksamkeit einer besondern Kraft, oder etwas, das einen neuen positiven Effect

haben muß, welche mit Größe und Figur versehen sind. Man widerspricht sonst sich selbst, oder redet von etwas, welches hieher gar nicht gehöret. Denn wenn man den wahren und natürlichen Begriff vom Raume hat; so muß eine Substanz gegen iedwede Gegend, dahin sie eine Tendenz haben soll, eine Seite kehren können. Und wenn ihr andere Dinge unmittelbar widerstehen; so müssen sie gegen dieselbe Seite wirken

Effect wirken könnte § 87, 88. Man muß erst elastische Elemente zugeben, sonst erkennet man nichts verständliches von einer thätig widerstehenden Kraft. Jene aber leugnen die Vertheidiger dieser Meinung. Zum andern ist zu merken, daß die Erklärung der Effecte umgekehrt herauskömmt, welches der Vernunft und Erfahrung zuwider ist, und da die Vertheidiger die Erklärung bald so bald anders machen, so stimmen sie mit sich selbst nicht überein. Denn die Körper müßten bey ungleichem Druck oder Stosse von verschiedenen Seiten sich gegen die Seite bewegen, wo der stärkste Stoß herkömt. Denn daselbst reagiren sie am meisten, und wenn die Reaction eine wirksame Bewegungskraft ist, so folget der Körper der Direction der stärksten Kraft, wenn er sich dahin beweget, wo er am meisten gedruckt wurde. Die Erfahrung aber lehret das Gegentheil. Denn wenn zwey widrige Ströhme oder entgegen wehende Winde an einen festen Körper stossen, so wird er gegen die Seite des schwächsten Stoß

wirken, und sie daselbst berühren. Suchet man aber den natürlichen Begriff vom Raume unter dem relativischen Begriffe zu dissimuliren, daß man darunter die Art und Weise des Zugleichseyns mehrerer solcher Dinge verstehet, die man nicht selbst in den Raum, nach dem gemeinen Begriffe genommen, setzet: so saget man auch etwas, welches in der Naturlehre nicht zu gebrauchen ist, indem durch die Veränderung dieses erdichteten Raumes keine Bewegung begriffen werden kan. Man könnte auf gleiche Weise in unserer Seele Gegenden annehmen, und ieder Idee eine Tendenz gegen alle Gegenden zuschrei-

Stosses beweget. Daher ist nichts deutliches damit gesagt, wenn man z. E. wahrnimmt, daß eine auf dem Wasser schwimmende Kugel, wenn sie dem Rande nahe kommt, mit einer beschleunigten Bewegung darauf zugetrieben wird, und zugleich findet, daß das Wasser an ihr auf der Seite, die sie dem Rande zukehret, etwas höher gestanden, als auf der entgegen gesetzten, und man meinet, es komme daher, weil die Kugel gegen die Seite, wo das Wasser am höchsten stund, am meisten reagire; und, weil die Reaction eine wirkliche Action sey, so geschehe, indem sie auf den Rand zugehet, die Bewegung nach der Direction der stärksten Action. Nach dem wahren Axiomate solte völlig das Gegentheil geschehen, daher die Erklärung ganz anders gemacht werden muß.

ben, weil ihr nemlich eine Tendenz zukommt, andere Ideen zu erwecken, und also die Art und Weise, wie viele Dinge, nemlich viele Ideen, in der Seele zugleich sind, zu verändern. Da nun dieses ungereimt wäre; so siehet man, daß man keinen Schwierigkeiten entkommt, sondern sich neue machet, wenn man den natürlichen Begriff vom Raume verläßt.

§ 100.

Was man von dem fernern Grunde der Zusammendrückung der Materien in der Welt zu halten hat.

Ob nun aber die Zusammendrückung, darinnen sich alle natürliche Körper befinden, beständig unmittelbar von Gott verursachet wird, und solches ein Stück der Erhaltung der Welt ausmachet; oder ob, indem immer eine Materie die andere drücket, die letzte Materie durch ihre bloße Inertiam §. 86 sie sämmtlich in dem gleich anfangs von Gott bestimmten Raume beysammen hält, kan uns zwar ziemlich gleich gelten. Das letzte aber ist vernünftiger zu sagen, weil man ohne Noth Gott unmittelbar nichts zuschreiben muß § 42.

Uebereinstimmung der Schöpfungshistorie.

Und hiermit stimmet auch die Schöpfungs-Historie überein, welche uns Gott geoffenbaret hat. Denn die Wasser, welche Gott über die Ausdehnung aller Himmel gesetzet hat, in welche Ausdehnung doch Gott, laut des Textes, Sonne, Mond und Sterne stellte, daher man unter derselben unsere Atmosphäre nicht verstehen kan,

schicken

schicken sich eben zu einer solchen Materie *. Sie dienen auch noch zu anderm Nutzen, welcher an seinem Orte bemerkt werden soll. Vor dem Herunterfallen derselben hat man sich nicht zu fürchten, weil die Schwere von einer äusserlichen Ursache herkommt, welche sich auf sie nicht schicket. Man meine auch nicht etwan, als ob die Zusammendrückung, welche ich setze, die Bewegung in der Welt hindern würde. Sie befördert sie vielmehr, und machet sie begreifflich. Man erinnere sich nur, daß es Elemente von verschiedener Kraft giebt, und daher schon dadurch ein verschiedener Grad des Drucks von entgegen gesetzten Seiten möglich ist. Man bedenke ferner, daß auch einerley Grad der physikalischen Kraft doch durch die Figur des Subjects, und durch die Application bald vermögender, bald unvermögender wird. Endlich nehme man dazu, daß die erste lebendige Bewegung von Gott selbst hervorgebracht worden, deren Effect niemals wieder untergehet; ingleichen daß die Geister die Bewegung ihres Subjects durch ihren Willen anfangen und unterhalten können. Wenn man dieses überlegt; so folgt vielmehr aus meiner Hypothesi, daß alle Körper, die durch die äusserste Materie in der Welt eingeschlossen werden, in einer

Ob die gesetzte Zusammendrückung der Materien die Bewegung in der Welt hindert.

* 1 B. Mose I, 6-8, 14-18.

beständigen Bewegung sind, und die Kraft ihrer elastischen Elemente niemals eine völlige Ruhe zuläßt, welches auch wahr ist.

§ 101.

Die Receptivität zur Bewegung in den Elementen und Körpern hat ihre gemessenen Schranken.

Gleichwie jede endliche Kraft in jedem Zeitpuncte irgend einen gemeßnen höchst möglichen Effect haben muß, über welchen sie zu der Zeit keinen grössern hervorbringen kan, gesetzt auch, daß ihr Vermögen sich durch eine Infinitatem progressivam in den folgenden Zeiten immer weiter erhöhen ließe, welches aus dem Begriffe der Endlichkeit unmittelbar klar ist: so hat auch die Receptivität zur Bewegung in den Elementen und Körpern ihre gemeßenen Schranken. Sie muß dieselbe theils an sich selbst haben, also, daß dieselben auch in dem leeren Raume durch eine gesetzte Ursache nur zu so oder so viel Bewegung determiniret werden können; theils muß sie dieselbe haben in Absicht auf die Verhältnisse und Verbindungen, darinnen die Substanzen mit andern stehen, nemlich also, daß bey den gesetzten Hindernissen, ohne deren Ueberwindung die Bewegung nicht geschehen kan, durch eine gesetzte Ursache nicht mehr als so oder so viel Bewegung determiniret werden kan. Diese Einschränkung hanget also zuletzt von der ursprünglichen Einrichtung der Elemente und ihrer thätigen Kräfte, mithin von dem

Willen

Willen und denen Absichten Gottes, ab. Sie kan daher nicht a priori bestimmet werden, sondern man muß sie a posteriori erkennen. Z. E. die Geschwindigkeit der fallenden Körper nimmt zu, aber nicht unendlich fort, sondern sie erlangen zuletzt eine höchst mögliche Geschwindigkeit, welche Velocitas terminalis genennet wird.

§ 102.

Die Mittheilung der Bewegung erfordert eine gewisse Zeit wiefern nicht die Bewegung ein bloß existentialischer Effect ist.

Indem die Körper einander zur Bewegung determiniren, und gleichsam die bewegende Kraft einander mittheilen; so wird dazu eine gewisse Zeit erfordert, wiefern nicht die Bewegung des einen von der Bewegung des andern als ein bloß existentialischer Effect, Metaphys. § 79, abhanget. Z. E. wenn man sich eine völlig feste und harte Stange vorstellet; so folget zwar freylich, daß in eben dem Zeitpuncte, da das eine Ende derselben bewegt wird, auch das andere bewegt werden muß, die Stange sey so lang, als man will. Allein es ist auch solches unter den angenommenen Bedingungen ein bloß existentialischer Effect, welchen der gesetzte Zusammenhang durch sein bloßes Daseyn determiniret. Es verhält sich aber ganz anders, wenn ein Körper den andern bey einem Stoße, durch eine scheinbare Mittheilung der Bewegung, oder eigent-

licher durch eine Erweckung thätiger Kräfte, in Bewegung setzen soll. Z. E. wenn man einen langen dünnen Stab an den beyden Enden mit den Fingern unterstützt, und er wird in der Mitten schnell zerschlagen, so fühlet man keinen Stoß davon. Denn die Extremitäten der beyden Stücken, wo er zerschlagen worden, sinken, ehe der Stoß bis an die Finger fortgebracht werden kan, und wegen der Cohäsion müssen die andern Extremitäten ihnen folgen, und ohne Stoß vom Finger abweichen. Eine Flintenkugel machet ein Loch durch ein Bret, welches eine langsam wirkende Kraft gesplittert haben würde. Denn sie trennet den Zusammenhang der Theile schneller, als der Stoß in die Nebentheile fortgebracht werden kan. Hieraus kan man auch auflösen, warum ein langer dünner Stab, welcher an einem Faden aufgehänget wird, und unten an ein kleines Glas gelehnet ist, und hernach in der Mitten schnell zerschlagen wird, das Glas nicht umstößt, wenn der Schlag gegen das Glas zu geschiehet, ungeachtet er mit seiner Extremität etwas über den Rand des Glases herunter hängt; und hingegen warum er es umstößt, wenn der Schlag vom Glase weg gehet. Es kommt dieses keinesweges von der Reaction des Glases oder Stabes her, wie sich einige einbilden, sondern die Ursache liegt darinnen, daß der Stoß in

dem

dem Stabe einige Zeit braucht, wenn er bis zum Glase fortgebracht werden soll. Weil er nun schnell zerschlagen wird; so wird die Cohäsion in der Mitten getrennet, ehe der Impulsus bis zum Glase herunter kommen kan. Und weil die Extremitäten der Stücke, wo der Stab zerschlagen wurde, der Direction des Schlages folgen; so wird, indem der Schlag gegen das Glas zu geschieht, das unterste Ende des abgeschlagenen Stückes zugleich von dem Rande des Glases weggehoben, indem die oberste Extremität herüber beweget wird, welches vermöge der Cohäsion als ein existentialischer Effect unvermeidlich ist. Aus eben dem Grunde aber wird sie gegen das Glas gestoßen, wenn der Schlag, wodurch der Stab zerbrochen wird, von Glase weg gehet. Daher ist es nicht zu verwundern, daß alsdenn das Glas umgeworfen wird. Der Grund, warum die scheinbare Mittheilung der Bewegung ihre gehörige Zeit brauchet, liegt eben darinnen, weil sie dadurch geschieht, daß eine kleinste Substanz die andere verändern, und dadurch zur Wirksamkeit einer thätigen Kraft in derselben determiniren muß. Denn iede von diesen Actionen brauchet ihren besondern Zeitpunct. So viel demnach elementarische Substanzen nach und nach in Bewegung gesetzt werden, so viel Zeitpuncte sind nöthig. Daß

aber manche Bewegung uns in einem Augenblicke durch einen sehr grossen Raum zu gehen scheinet, beweiset nur so viel, daß unsere Sinne undenklich weit von den Zeitpuncten entfernet sind, welche in der Welt die kleinsten realen, das ist die Möglichkeit der kleinsten Veränderungen, sind. Diese Betrachtung kan zu weiterm Nachsinnen Gelegenheit geben, wenn man nun fraget, wodurch es möglich ist, daß die in einer Linie hinter einander liegenden Theilgen doch kein solches Continuum ausmachen, dergleichen die vorhin angenommene feste Stange war, dergestalt, daß die Bewegung des entferntesten Punctes mit der Bewegung des nächsten als ein existentialischer Effect zugleich erfolgte. Hängen vielleicht die elementarischen Theilgen ihrer Figur wegen in wenig Puncten zusammen, und sind so biegsam, daß die vördersten schon nachgeben, ehe viele der folgenden beträchtlich eingedrückt worden? Oder ist vielleicht in der Mitten derselben ein undenklich kleiner leerer Raum, daher sie sich dichter machen lassen? Oder wenn dieser nicht ist, wie stehet es im ersten Falle mit den Zwischenräumen? Sind sie leer, oder giebt es ausser den Elementen, woraus die uns sinnlichen Körper bestehen, noch andere viel kleinere, welche wenigstens den größten Theil der Zwischenräume ausfüllen, die zwischen den grössern übrig blei-

Was man aus denen hieher gehörigen Erfahrungen weiter schliessen kan.

ben,

ben, und welche, indem die grössern durch einen Stoß eingedruckt werden sollen, ohne merklichen Widerstand ausweichen? Oder sind diese Ursachen zu verknüpfen, daß bald die eine, bald die andere mehr statt findet? Die Sache läßet sich nicht völlig ausmachen, doch ist das letztere wohl das sicherste. Kan übrigens iemand die Vorstellung von den Elementen, welche ich hier voraus setzen muß, nicht verdauen; so stelle er sich da, wo ich Elemente setze, kleine Körpergen vor, welche aber die Eigenschaften an sich haben, welche ich den Elementen zuschreibe, und davon er die Untersuchung ihres höhern Grundes noch ausgesetzt läßt. Hiemit kommt er zwar der deutlichen Vorstellung von den Realgründen natürlicher Begebenheiten nicht näher, sondern schiebet sie ins unendliche immer weiter hinaus. Er folget doch aber dem Exempel mancher grossen Gelehrten, an denen man auch dieses gerne ertrüge, wenn sie nur nicht an die Stelle wahrer Vernunftgründe solche unterschöben, bey deren Annehmung zu den nächsten Ursachen, die sie setzen, in der Welt selbst keine Ursachen weiter möglich sind, sondern Widersprüche entstehen, oder alle Gedanken verschwinden § 21.

Erinnerung wegen der angenommenen Elemente.

§. 103.

Wer in Ansehung der Gründe, wodurch die bewegende Kraft, die wir an den Körpern

Wie die Wirksamkeit thätiger

Kräfte durch den Widerstand wieder aufhöret.

pern wahrnehmen, möglich ist, mit mir übereinstimmet, der wird auch leichte begreiffen, wie dieselbe durch den Widerstand anderer Materien wiederum weggenommen werden kan. Denn wenn die Activität der thätigen Kräfte in den Elementen an eine bestimmte Bewegung ihres Subjects vermöge der Einrichtung ihres Wesens gebunden ist, und hernach ihre Wirksamkeit so lange fortdauret, so lange dieselbe geschehen kan; so wird folgen, daß, wenn diese Bewegung zum theil verhindert wird, auch die Kraft zum theil wiederum zu wirken aufhöret. Wird sie aber ganz verhindert; so hört auch die Wirksamkeit der erweckten Kraft wiederum auf, und bleibt nur die vorher da gewesene todte Kraft übrig. Man mache sich nicht etwan hierüber deswegen Schwierigkeit, weil diese Bedingungen auf den ersten Anblick nicht in Ansehung aller Theile eines bewegten Körpers, der nun in Ruhe komt, statt zu haben scheinen. Z. E. zwey Kugeln berühren einander nur in wenig Puncten, oder drücken einander nur wenig ein, und doch bringt eine die andere so wohl in Bewegung als in Ruhe. Denn man muß nur merken, daß sich theils der Stoß doch in alle Theile des Continui binnen einer Zeit, die uns ein unmerklicher Augenblick ist, fortsetzen, und ihre Bewegung verändern werde. Theils kommt ferner dazu,

daß

daß, wenn auch einige auf diese Weise nicht, oder weniger, verändert würden, und also ihren Bewegungs-Nisum noch einen Augenblick behielten, sie dennoch dadurch in Ruhe kommen müßten, weil sie wegen der Cohäsion mit den übrigen sich nicht anders bewegen könnten, als daß sie jene mit nehmen müßten. Indem sie dieses aber vergeblich zu thun sich bestreben; so werden sie durch den mannigfaltigen Widerstand in Ruhe gebracht. Wenn man zur Bedingung der Bewegung eine Art von Oscillation annimmt, so wird solches leichter zu begreiffen seyn, und man kan es sich durch das Beyspiel der klingenden Körper erläutern, welche zum Schallen, und also zu ihrer erforderten Oscillation, ungeschickt werden, wenn man sie nur an einem Orte mit der Hand hält.

§ 104.

Wie die scheinbare Mittheilung und der Uebergang der bewegenden Kraft aus einem Körper in den andern möglich ist.

Hiermit wird man sich auch einen vernünftigen Begriff machen können, wie dasjenige möglich ist, was uns eine Mittheilung und ein Uebergang der bewegenden Kraft aus einem Körper in dem andern zu seyn scheinet, ohne daß man die bewegenden Kräfte vor etwas vor sich selbst bestehendes ansehen, oder einen Uebergang der Accidentium aus einem Subject in das andere erdichten § 90, oder den natürlichen Begriff vom

Raume

Raume leugnen, und die Bewegungen vor unerklärliche Erscheinungen und betrügliche Bilder unserer Sinne halten darf, dergleichen Meinungen sich auf die äusserste Dunkelheit der Begriffe gründen. Nemlich weil die thätige Bewegungskraft an eine bestimmte Bewegung der elementarischen Substanzen als an eine Bedingung verknüpft war § 93; so siehet man, wie die todte Kraft in ihnen in eine lebendige verwandelt werden kan, § 94-98, das ist, wie die lebendige Kraft in dem Körper erzeuget wird. Weil aber die Erzeugung derselben durch den Stoß anderer Körper geschieht, denen die Theilgen des zu bewegenden Subjects widerstehen, und, indem sie zusammen gedrückt werden, auch jene zusammen drücken, und mithin denenselben die Bedingung, unter welcher ihre Kraft wirksam seyn konnte, benehmen können, ob sich wohl die nähere Bestimmung davon nicht erklären lässet, so lange wir die Figur der Elemente und die Zusammensetzung der kleinsten Körpergen nicht wissen; so siehet man, warum, wenn in einem Körper eine lebendige Kraft entstehet, dieselbe davor in dem anstoßenden untergeht. Daher kommt es, daß sie aus einem in den andern herüber zu gehen scheinet. Nachdem unterdessen der wahre Begriff, wie es damit zugehet, ietzo einmal vor allemal erkläret worden; so werden wir nun, wo der

Aus-

Ausdruck beqvemer fällt, die Redensart ohne Irrthum gebrauchen können, daß die bewegende Kraft des einen Körpers in den andern komme, oder unter sie getheilet werde. Diese scheinbare Mittheilung geschiehet in der Welt nach fest gesetzten und beständigen Regeln § 45, welche nothwendige oder zufällige seyn können. Wir haben in der Naturlehre vornemlich mit den letztern zu thun, dabey wir uns zu bemühen haben, dieselben theils a posteriori kennen zu lernen; theils die Möglichkeit dessen, was die Erfahrung lehret, aus den bisher erklärten physikalischen Ursachen der Bewegung begreifflich zu machen.

§ 105.

Von Ermessung der Grössen bey der Bewegung.

Zu der allgemeinen Untersuchung von den physikalischen Ursachen der Bewegung gehöret auch noch die Bestimmung, wie man die Größe der Bewegungen, der bewegenden Kräfte und ihrer Wirkungen zu ermessen hat, weil man diese Betrachtungen in der Application nicht entbehren kan. Es sind aber diese Untersuchungen nicht so wohl physikalisch als metaphysisch, wie ich sie denn auch in der Metaphysik schon ausgeführet habe. In der Physik aber können dieselben durch die Erfahrung a posteriori und die darauf gebaueten Schlüsse bestätiget werden. Ich werde daher dieselben hier nur kürzlich wiederholen,

derholen, und einige physikalische Erläuterungen beyfügen, übrigens aber auf die Metaphysik verweisen. Was nun erstlich die Größe der Bewegung anlanget, so muß dieselbe aus der Masse, das ist der Menge der bewegten Materie, **multiplicirt mit der Geschwindigkeit**, ermessen werden, Metaphys. § 167, 171. Denn jede Bewegung bestehet in der Veränderung des Ortes einer Substanz. Daher je mehrere Substanzen ihren Ort verändern, und je durch mehrere Theile des Raumes solches geschiehet, desto grösser ist die Bewegung. Die wahre Grösse derselben also wäre aus der Menge der elementarischen Theilgen, die bewegt werden, und aus der Menge der kleinsten Realtheilgen des Raumes, dadurch sie bewegt werden, zu ermessen. Weil wir aber keines von beyden wissen können; so bestimmen wir die Masse der bewegten Körper durch ihre Schwere, und die Geschwindigkeit durch beliebig angenommene Theile des Raumes; woraus folget, daß wir bey den Versuchen auch nur zunächst auf die Bewegung der mitwiegenden Materie Acht haben können, und, was von der übrigen zu halten ist, durch Schlüsse bestimmen müssen.

Die Grösse der Bewegung wird aus der Masse, multiplicirt mit der Geschwindigkeit, ermessen.

§ 106.

Was ferner die Grösse des Effectes einer bewegenden Kraft anbetrifft, so ist die

Bey der Bewegung ist die Grösse

die Regel, daß derselbe seiner bewegenden Ursache allezeit gleich, oder vielmehr proportional ist. Denn da die Wirkung von der Ursache abhanget; so muß sie auch zu- und abnehmen, wie die adäqvate Ursache zu- oder abnimmt. Und wiederum da es widersprechend ist, eine Ursache ohne alle Wirkung zu setzen; so muß auch einer jeden Wirksamkeit einer Ursache irgend ein bestimmter Effect respondiren. Ich habe mit Bedacht gesagt, daß man eigentlich nur sagen sollte, der Effect einer bewegenden Ursache sey ihr proportional, weil die thätige Bewegungsursache und die Bewegung, als ihr Effect, in der That heterogen sind, und also unmittelbar mit einander nicht verglichen werden können. Wenn man daher saget, bey den Bewegungen gelte der adäqvate Effect seiner Ursache völlig gleich; so muß die Meinung diese seyn: **Es wirket keine Action ohne allen Effect, und die Grösse desselben ist schon durch die Natur dergestalt bestimmet, daß bey Setzung gleich grosser Ursachen auch allemal ein gleich grosser Effect entstehet, und kein Theil der Action in der bewegenden Ursache zu befinden ist, welchem nicht beständig nach unveränderlichen Gesetzen in der Natur ein Effect von einer bestimmten Grösse respondiret,** welcher ihr deswegen

des Effectes allezeit der bewegenden Ursache gleich, oder vielmehr proportional.

Was das heisset: der Effect gilt seiner adäqvaten Ursache gleich.

vor gleichgeltend zu achten ist, Metaphys. § 414. Mehr lässet sich nicht erweisen, und in diesem Verstande ist auch die Regel deutlich, und zur Erklärung der natürlichen Begebenheiten hinlänglich. Weil aber nicht nur die Bewegung der Materie an sich, sondern auch die Ueberwindung des physikalischen Widerstandes § 85 ihre Ursache brauchet; so muß man bey der Berechnung der Grösse des Effectes in der Natur allezeit auf drey Umstände acht haben: 1) Auf die Kraft, welche der Körper anwenden muß, seine eigene Materie zu bewegen, und die Inertiam derselben, oder auch die schon anders wohin gerichtete Bewegung, zu überwinden; 2) Auf die Bewegung der Materie ausser ihm, welche er verursachet; 3) Auf den Widerstand, welchen er überwinden muß, indem er sie verursachet. Die Summe dieser drey Stücke beträgt bey Setzung einerley bewegender Ursache in der Natur alle mal gleich viel, ob sich gleich bald das eine, bald das andere, einen grössern Theil von dem hervorgebrachten Effecte zueignet. Die Regel kan also der Wahrheit nach nicht den Verstand haben, als ob eine iede Bewegung in der Welt beständig gleich viel andere Bewegung positive verursachen müßte. Denn es kan ein Theil ihrer Kraft zur Vernichtung des Widerstands, oder zur Vernichtung einer

Worauf bey Berechnung der Grösse des Effectes Achtung zu geben.

einer andern Bewegung angewandt worden seyn, ja es geschiehet solches allezeit. Daher kan man auch aus diesem Grunde nicht sagen, daß beständig gleich viel Bewegung in der Welt erhalten werde. Ob solches aus andern zufälligen Gründen geschehe, läßet sich nicht ausmachen.

§ 107.

Wiefern in der körperlichen Welt beständig gleichviel bewegende Kräfte erhalten werden.

Hieraus lässet sich auch schon beurtheilen, wiefern man mit Wahrheit eine beständige Erhaltung der bewegenden Kräfte, wenigstens in der körperlichen Welt, annehmen kan. Daß es irrig ist, wenn man sich die bewegenden Kräfte als vor sich bestehende Dinge in der Welt vorstellen wolte, deren Anzahl gleich groß bliebe, und welche nur aus einem Subject in das andere hinüber geschickt würden, ist schon § 90 erwiesen, und die Sache § 104 anders erkläret worden. So viel aber ist wahr, daß beständig gleich viel elementarische Theilgen bleiben, in denen also beständig gleich viel bewegende Kräfte erhalten werden, denen auch nach einerley Regeln beständig ein proportionaler Effect respondiret § 106, ob gleich die Kräfte selbst nicht beständig in einerley Grade erwecket werden und wirken, auch nach Beschaffenheit der Application ein unterschiedenes Vermögen be-

kommen. Mehr beweisen auch die Gründe nicht, welche man verschiedentlich vor die Erhaltung lebendiger Kräfte in der Welt vorgebracht hat. Es ist deswegen wunderlich, daß einige dieselbe als einen Beweis gegen die wechselsweise Wirkung der Geister und Körper in einander haben gebrauchen wollen *. Die Geister gehören allerdings mit unter die Ursachen der Bewegung in einer Welt, Metaphys. § 420. Und daß in der Welt beständig gleichviel lebendige und wirksame Geister bleiben müßten, lässet sich nicht beweisen. Hingegen der erweislichen Erhaltung der bewegenden Kräfte in der Materie gilt es völlig gleich, ob die Geister in die Materie wirken oder nicht. Denn erstlich gesetzt, daß ein noch so grosser Theil einer körperlichen bewegenden Ursache, wenn sie einen Geist in Bewegung setzet, darauf verwandt und verzehret würde; so gehöret alsdenn dieselbe Bewegung des Geistes mit zu ihrem adäqvaten Effecte, welcher ihr, so oft der Fall vorkommt, nach einerley Gesetzen stets respondiren, und nach denselben einen gemeßnen Theil ihres Effectes ausmachen wird. Meinet man, daß solches dem Begriffe der Geister widerstreite; so ist das wenigstens eine andere Frage, und welche

Ob man daraus einen Beweis wider die wechselsweise Wirkung der Geister und Körper in einander nehmen kan.

* S. des Freyherrn von Wolf Gedanken von Gott, der Welt und der Seele § 762.

welche hieher nicht gehöret. Es ist aber anderswo, Metaphys. § 434, 440 bewiesen worden, daß solches nicht sey. Was hat denn aber dieses vor einen Einfluß in den Satz, daß in der Welt stets gleichviel Elemente, und gleichviel bewegende Kräfte derselben bleiben, und daß einer ieden bewegenden Ursache nach einerley Gesetzen stets ein bestimmter Effect respondiret, welcher deswegen ihr gleichgeltend genennet wird? Mehr aber ist von dem Satze, worüber wir streiten, nicht erweislich. Ferner könnte insonderheit das, was dem Satze von der Erhaltung der bewegenden Kräfte in der körperlichen Welt, man stelle sich auch dieselbe vor, wie man will, durch die Wirkung in die Geister abgienge, so wenig betragen, daß man es durch die Versuche, worauf man sich doch gründet, nicht wahrnehmen könnte, zu geschweigen, daß die hieher gehörigen Versuche nicht mit beseelten, sondern mit leblosen Substanzen angestellet werden. Würde man sichs nicht wenigstens eben so vorstellen müssen, als wie Joh. Bernoulli * sich vorgestellet hat, daß eine subtile Materie zwar der Bewegung der grossen Weltkörper wirklich widerstünde, und sie schwächete, aber daß solches so wenig betrüge, daß es in vielen Jahrhunderten

 nicht

* Nouvelle physique celeste, Tom. III Opp. pag. 279.

nicht merklich werden könnte. Noch vielweniger aber lässet sich durch Versuche ausmachen, wie viel von der lebendigen Bewegungskraft, die sich in den thierischen Bewegungen zeiget, ihren Grund bloß in der Materie, oder in der Thätigkeit eines Geistes hat.

§ 108.

Die Grösse der lebendigen Bewegungskräfte ist aus der Masse multiplicirt mit dem Quadrate der Geschwindigkeit zu ermessen.

Nun ist noch die Frage übrig, wie man die Grösse der bewegenden Kräfte in der Natur schätzen soll, worüber seit einiger Zeit so viel gestritten worden. Sie ist leichter zu entscheiden, als viele meinen, wenn man der Vernunft Gehör geben will. Das Maaß, welches der Herr von Leibnitz * erfunden, ist das einzige nothwendig richtige. Nemlich die Grösse der lebendigen Bewegungskräfte muß aus der Masse, multiplicirt mit dem Quadrate der Geschwindigkeit, ermessen werden. Metaphys. § 172, 173.

Beweis der Möglichkeit.

Die Möglichkeit, daß die bewegenden Kräfte zu der Grösse, die sie in einzelnen Fällen haben, gelangen können, ehe die lebendige Bewegung der Substanzen wirklich erfolget, lässet sich aus dem, was in diesem Capitel erwiesen worden, zulänglich begreiffen. Denn die lebendigen Bewegungskräfte sind in der That thätige Kräf-

te

* vid. eius brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii & aliorum &c. Act. Erud. Lips. 1686 p. 161.

te der einfachen Substanzen, und es kan auch die eine thätige Kraft, wenn sie erwecket worden, wiederum andere in Action bringen, welche ihre Wirksamkeit mit ihr vereinigen. Dieses beruhet lediglich auf der Einrichtung des Wesens der Elemente, welches ihnen Gott um gewisser Endursachen willen gegeben haben muß. Es wäre eine Verwegenheit, seiner Allmacht Schranken zu setzen, wie viel Erweckung einer thätigen Kraft er bey gewissen Umständen habe möglich machen können. Es ist auch ungereimt vorzugeben, daß man sich hier auf den Willen Gottes beruffe, um nur eine Ausflucht zu haben. Denn, lieber, was glaubt denn derjenige vor einen Gott, welcher ihm auch die ursprüngliche Einrichtung der allerersten thätigen Ursachen in der Welt nicht zugeschrieben wissen will? Wenn er genugsam bedenkt, was er saget; so leugnet er hiemit Gott, oder führet einen solchen Begriff von ihm ein, bey dessen Setzung Gott in der Welt nichts vermag, oder doch dasjenige nicht vermag, was man von ihm glauben muß, wenn man ihn ehren, und wenn eine Religion seyn soll. Beydes wäre höchst ungereimt und gottlos. Die Bestimmung aber, in was vor Grade die Elemente in der Welt in Wirksamkeit kommen können, darf man aus dem innerlichen Wesen derselben zu machen sich nicht vornehmen, weil wir die

Beweis der Nothwendigkeit.

innerliche Beschaffenheit der Grundkräfte der Dinge nicht wissen. Sie sey aber, was sie vor eine wolle, so folget doch, daß so bald man setzet, daß eine Bewegung mit Ueberwindung eines Widerstandes geschieht, wie denn solches allezeit statt hat, die Grösse der bewegenden Kraft, welche sie gleichwol bewerkstelliget, aus der Masse, multiplicirt mit dem Qvadrate der Geschwindigkeit, zu ermessen ist. Der Grund liegt in der Natur der Reaction § 85, 88. Denn so vielfach die Geschwindigkeit wird, so vielmal wird auch in iedem Augenblicke die Reaction vervielfältiget, durch deren Vernichtung doch eben die Bewegung geschiehet *. Wenn also gleichwol die Bewegung wirklich geschieht; so ist offenbar, daß, um die Grösse der Kraft zu ermessen, dadurch sie geschiehet, die Masse nicht bloß mit der Geschwindigkeit, sondern mit dem Qvadrate der Geschwindigkeit zu multipliciren ist, wie in der Metaphysik § 172, 173 augenscheinlich gezeiget worden. Es ist widersprechend, die lebendige Bewegungskraft durch die bloße Grösse der wirklichen Bewegung, welche geschieht, ermessen zu wollen, und doch zu setzen, daß die Bewegung mit Ueberwindung eines Widerstandes geschehen muß, gerade als wenn

* Aehnliche Gedanken hat Nicolas Hartsoeker conjectures physiques Liv. III Discours II Propos. 22 p. 250 &c.

wenn die Ueberwindung des Widerstandes keine Ursache brauchte, welcher gleichwohl in allen Augenblicken um so viel vervielfältiget wird, um wie viel die Bewegung geschwinder wird, welche nicht anders, als eben durch dessen Vernichtung, geschiehet. Der Beweisgrund, auf welchen ich mich hiermit beziehe, wird hoffentlich den Einwürfen aller billig gesinnten genug thun. Es sind bisher vor das Leibnitzische Maaß der lebendigen Kräfte viele Beweise von dem Erfinder selbst und andern grossen Männern gegeben worden. Allein ich leugne nicht, daß mich ohne den angegebenen Grund keiner davon völlig überzeuget haben würde, weil sie mir sämmtlich ihre Schwäche zu haben scheinen. Denn sie sind entweder auf Erfahrungen gebauet. Alsdenn ist zweyerley zu merken. Man kan einwenden, daß vielleicht das, was die Erfahrung in einem Falle lehret, nicht ohne Unterschied auf die übrigen Fälle appliciret werden könne. Das noch schlimmere aber ist, daß die Gegner andere Erfahrungen vorbringen, auf welche sich ihr Maaß, daß die Grösse der bewegenden Kraft nur aus der Masse und Geschwindigkeit zu ermessen sey, ungezwungen scheinet appliciren zu lassen, und daß sie denen Erfahrungen, welche ihnen zuwider sind, durch eine Hypothesin subsidiariam ausweichen. Sie setzen nemlich, daß, wenn

elastische Körper an einander stossen, nach dem Anstoße die Kraft verdoppelt werde. Und ob sie wohl nicht klar machen können, wie und warum solches geschehe; so ist doch auch hiermit noch nicht demonstrirt, daß es nicht aus vielleicht uns unbekannten Ursachen geschehen könnte. Oder die Beweise sollen geometrische seyn. Bey denselben aber ist es mir vorgekommen, daß sie sich ordentlicher Weise auf Suppositionen gründen, welche der Gegner eben nicht einzuräumen brauchet; oder darinnen wohl gar eine Petitio principii begangen wird *.

§ 109.

* Weil ich hier nicht weitläuftig seyn darf; so will ich nur über einige unter denen mannigfaltigen Beweisen, welche der grosse Mathematicus, Joh. Bernoulli Discours sur les loix de la communication du mouvement Chap. V - IX. und Dissert. de vera notione virium vivarum. Tom. III. opp. p. 50 &c. 239 &c. vor das Leibnitzische Maaß der lebendigen Kräfte gegeben hat, etliche Zweifel zur Erläuterung meiner Gedanken beyfügen. Bey den Beweisen p. 51, 52 erinnere ich, daß sie nicht mehr darthun, als daß eine Bewegung, wenn man sich dieselbe als zusammengesetzt vorstellet, in zwey andere zergliedert werden kan, die einander gleich sind, und die sich zu dem Ganzen verhalten, wie 1 zu 2, und wie in dem zur Demonstration angenommenen rechtwincklichten und gleichschenklichten Dreyeck das

Quadrat

§. 109.

Weil sich der angegebene Grund von der Ermessung der Grösse einer Kraft aus ihrem Qvadrate der Geschwindigkeit, daß nemlich die zu überwindende Resistenz solches nothwendig machet, auch auf diejenigen Bewegungs-Nisus appliciren lässet; deren

Wie die Grösse der Bewegungs-Nisuum zu schätzen ist.

Qvadrat einer von den kürzern Seiten zu dem Qvadrat der Hypotenusae. Allein ein Cartesianer kan noch immer einwenden, daß hier die Ermessung der lebendigen Bewegungskraft aus dem Qvadrate der Geschwindigkeit zufälliger Weise zutreffe, weil 2 das Duplum von 1 ist, und er setzet, daß bey dem Zusammenstosse elastischer Körper das duplum der Kraft vor dem Anstosse, entstehet. Der scharfsinnige Bernoulli hat p. 53 solches auch selbst eingesehen, meinet aber doch, daß hiermit wenigstens das gemeine Maaß der lebendigen Kräfte aus der Masse in die bloße Geschwindigkeit widerlegt werde. Dergleichen Einwurf, als vorhin erwehnet worden, machet auch de Mairan gegen die Marquise du Châtelet. Siehe der letztern institutions physiques pag. 485 rc. In ihrer Antwort darauf ist die Hauptsache nicht gnugsam getroffen.

In dem Beweise pag. 53 hat der Gegner theils nicht nöthig, die zur Demonstration angenommenen Sätze des Hrn. Bernoulli einzuräumen, theils behält er noch Ausflüchte, wenn er sie einräumet. Er setzet eine schief ankommende Bewegung einer Kugel gegen ein Elastrum, und stellet

deren einer in der That eine grössere Geschwindigkeit hat als der andere, keinesweges aber auf solche, da dem einen nur der mechanischen Application wegen eine grössere Geschwindigkeit, als dem andern, zugeschrieben wird; so lässet sich hieraus auch über-

let sich dieselbe als zusammengesetzt vor. Die Geschwindigkeit der Bewegung wird gleich 2 angenommen, die Bewegung selbst aber wird als aus 2 andern zusammengesetzt betrachtet, welche durch die Seiten eines rechtwincklichten Dreyecks vorgestellet werden, davon die ietzige Bewegung die hypotenusa ist, und dessen kleineste Seite gleich 1 ist. Ferner wird gesetzet, daß das elastrum nur einen Grad der Geschwindigkeit der Bewegung, welcher durch die kleineste Seite des Dreyecks vorgestellet wird, wegnehme. Wenn er also vor die Grösse der bewegenden Kraft das Qvadrat von 2 = 4 annimmt; so ist die Kraft, welche durch die noch übrige Seite des Dreyecks vorgestellet wird, gleich der Qvadratwurzel von 3. Nun folgt nicht mehr, als daß die anfliegende Kugel den Grad der Bewegungskraft, welchen die kleineste Seite = 1 vorstellte, beym Anstossen verlieret, und den übrigen Grad = der Qvadratwurzel von 3 behält, mit welchem sie einen andern Weg nimmt. Indem sich nun der Herr Verfasser die Bewegung in diesem neuen Wege wiederum als zusammengesetzt vorstellet, und in dem Dreyeck, aus dessen Seiten er sie zusammen setzet, die kleineste Seite vor 1, die andere aber gleich

übersehen, wie die Grösse der Bewegungs-Nisuum zu schätzen ist. Nemlich die Grösse solcher Nisuum, deren einer wirklich eine grössere Geschwindigkeit als der andere hat, sind ebenfalls nach dem Qvadrate ihrer Geschwindigkeit unter einander zu vergleichen. Diejenigen aber, deren einer nur eine grössere relativische Geschwindigkeit hat, als der andere, werden bloß nach der Masse und Geschwindigkeit

ge-

gleich der Qvadratwurzel von 2 setzet; so bezeichnet diese nunmehro entweder eine kleinere Einheit, wenn man nicht schon das wahre Maaß der lebendigen Kräfte voraussetzet, welches aber eben erwiesen werden solte, oder der Herr Verfasser hat vorher noch nicht Grund gehabt zu sagen, daß indem der Grad Bewegungskraft verloren gieng, der durch die kleine Seite = 1 vorgestellet wurde, hiermit ein ganzer solcher Grad verlohren gehe, dergleichen zwey die ganze Geschwindigkeit der ankommenden Bewegung ausmacheten. Der Gegner kan also entweder sagen, wenn man nicht schon das Leibnitzische Maaß voraussetze, so habe die Kugel nach dem Anstosse, nur noch einen bestimten Theil der Bewegungskraft übrig, die sie vorher hätte. Und weiter komme nichts heraus, man zergliedere auch die Bewegung, wie man will, und wenn man sie wieder in 2 Bewegungskräfte nach den vorigen Verhältnissen zergliedere, so würden die Einheiten, die man darinnen denken muß, immer kleiner. Eben dieses

fin-

geschätzet. Man sehe hiervon die Metaphysik § 177, 178. Der höhere Grund davon liegt darinnen, weil die Nisus in der That beständige Versuche zur Bewegung sind, welche aber nur durch einen unendlich kleinen Raum geschehen, und sodann durch den Widerstand zurückgetrieben werden. In diesem unendlich kleinen Raume aber sind sie das, was die lebendigen Bewegungen in einem grossen sind. Es verstehet sich aber, daß beyde mal nur von der nächsten Celeritate virtuali eines Nisus die Rede ist. Daher wird ihr Vermögen

findet statt, wenn die Kugel an andere Elastra, so viel man deren beliebig annehmen will, anstösset, und so weit als die Bewegungskraft zureichet. Oder er kan auch den ganzen Effect nach dem Sinne des Hrn. Verfassers einräumen, aber sich wiederum darauf beruffen, daß nach dem Anstosse elastischer Körper an einander das Duplum der Kraft entstehe, welches hier zufälliger Weise das Qvadrat von der angenommenen Geschwindigkeit = 2 sey. Der Herr Verfasser hat also mit seiner Demonstration nichts weiter gethan, als daß er gezeiget hat, wie bey Setzung des Leibnitzischen Maaßes eine schief an etliche Elastra ankommende, und von einem gegen das andere reflectirte Bewegung bis zu ihrer völligen Erschöpfung vertheilet werden kan; zu geschweigen, daß die angenommenen Umstände nur gedacht, in der Erfahrung aber schwerlich probiret werden können.

mögen doch nicht etwan ihrer lebendigen Bewegung gleich, in welcher Kräfte wirken, die iezt noch nicht in Action sind. Es dienet nur zur Vollkommenheit, die wahre Grösse, nach welcher sie zu schätzen sind, zu wissen. Wenn man daher zwey Nisus von gleich grosser Geschwindigkeit bloß nach ihrer Masse und Geschwindigkeit schätzet; so geschieht es deswegen, weil das, was von der wahren Grösse des Nisus gesagt worden, von allen Theilen derselben auf einerley Art gilt, und also in bemeldte Vergleichung keinen Einfluß hat. Eben dieses findet bey der Vergleichung auch der lebendigen Bewegungskräfte in gewissen Exempeln statt; daher es alsdenn scheinet, als ob das Cartesianische Maaß der lebendigen Kräfte dadurch bestätiget würde.

* * * * * * * * * * *

Das IV Capitel.

Von den Gesetzen der Bewegung.

§ 110.

Erklärung des Vorhabens.

Gesetze der Bewegung heissen die Regeln, nach denen die Bewegung in der Welt geschieht § 82. Wenn sie sich aus dem Wesen der Bewegung als nothwendig begreiffen lassen; so können sie

meta-

metaphysische Gesetze der Bewegung heissen. Hiervon sind die allgemeinesten in der Metaphysik § 406 ꝛc. erkläret worden, aus welchen sich auch immer specialere herleiten lassen. Wenn aber, und so lange sich kein Grund der Nothwendigkeit davon einsehen lässet; so können sie physikalische Gesetze der Bewegung heissen, nemlich weil sie der Physik eigen sind, ob sie wol in der Physik nicht in einer völligen Absonderung von den nothwendigen Gesetzen der Bewegung abgehandelt werden können, weil vielmehr die Application der metaphysischen, und das, was aus der Verbindung von beyderley Arten folget, darinnen erkläret werden soll. Wir wollen ietzo die verschiedenen Arten der Bewegung durchgehen, und ich werde dabey diejenigen Regeln der Bewegung erklären, welche ich in der Naturlehre vor die nöthigsten und brauchbarsten halte. Man muß unter denselben in einer Anleitung zur Naturlehre nothwendig eine Wahl treffen, und es ist nur zuzusehen, daß sie nützlich ist. Denn die Menge der Gesetze der Bewegung ist, wenn man special genug gehen will, unendlich. Bey den Beweisen werde ich bemühet seyn, mich, so viel möglich, bloß an die wirkenden Ursachen zu halten. Denn ich glaube, daß so oft dieses angehet, solches zu thun eben für die Naturlehre gehöre. Die geometrischen Beweise

aber

aber, durch Vergleichung gewisser Figuren und Grössen in Abstracto, gehören eigentlich vor die applicirte Mathematik, welche ohnedem mit der Physik von denenjenigen verbunden werden muß, welche die letztere gründlich lernen wollen. Sie zwingen durch ihre vortreffliche Evidenz den Verstand, die erwiesenen Lehrsätze von der Bewegung anzunehmen. Doch machen sie auch das Gemüthe begierig, sich der Erkenntniß der wirkenden Ursachen davon mehr zu nähern, welches eben in der Naturlehre geschehen soll.

§ 111.

Allgemeinste Gesetze der Bewegung.

Die Bewegung setzet sich fort.

Das allgemeineste von der Bewegung, welches zuvörderst nochmals zu erinnern ist, ist folgendes: 1) **Eine angefangene Bewegung setzet sich fort, so lange bis sie durch den Widerstand vernichtet wird, und ie geschwinder sie angefangen worden, desto länger setzet sie sich fort, und desto mehr vermag sie auch** § 89, 91 rc. 2) **Eine iede Bewegung geschiehet in der Direction der bewegenden Ursache** § 81, 93. 3) **Das Vermögen eines Körpers, der in Bewegung ist, wird nach Proportion der Masse und der Geschwindigkeit vermehret, so daß man auch eins durch das andere compensiren kan** § 89, 94. Nemlich die Bewegung von ei-

Sie geschiehet in der Richtung der bewegenden Ursache.

Das Vermögen der Bewegung richtet sich nach der Masse und Geschwindigkeit, und

man kan eins durch das andere compensiren.

ner gewissen Geschwindigkeit vermag weniger, so bald sie mehr Masse bewegen muß; und wiederum kan man mit einer kleinern Masse eben so viel als mit einer grössern ausrichten, wenn sie nur geschwinder bewegt wird. 4) Wenn eine Substanz von verschiedenen Seiten mit ungleicher Kraft gedrückt, oder gestossen, oder gezogen wird; so beweget sie sich gegen die Seite, von welcher der Druck, oder Stoß oder Zug, am schwächsten ist § 98.

Bey ungleichem Druck von verschiedenen Seiten geschiehet die Bewegung dahin, wo der Druck am schwächsten ist.

5) So viel die bewegende Kraft in einem andern Körper Bewegung verursachet, so viel gehet ihr selbst ab, und sie scheinet deswegen aus einem Körper in den andern überzugehen, und sich beym Anstosse der Körper nach Proportion der Masse und Geschwindigkeit zu theilen § 91, 104.

So viel Bewegung die bewegende Kraft verursachet, so viel gehet ihr ab, daher sie überzugehen und sich zu theilen scheinet.

6) Eine lebendige Bewegungskraft vermag mehr als eine todte. Denn das Vermögen jener ist aus dem Qvadrate ihrer Geschwindigkeit zu ermessen. Das Vermögen dieser aber wird nur nach ihrer nächsten virtualen Geschwindigkeit geschätzt § 109. Der höhere Grund lieget darinnen, daß im ersten Falle gewisse thätige Kräfte wirksam sind, welche im andern noch nicht wirken § 92, 108. Was § 109 von der Schätzung gewisser Nisuum aus dem Qvadrate der Geschwindigkeit gesagt worden, verändert

Eine lebendige Bewegungskraft vermag mehr als eine todte.

ändert hier nichts. Denn die Rede ist iezt von eben derselben Kraft, welche zuerst eine todte und hernach eine lebendige ist.

§ 112.

Die Bewegung der Fläche, darauf die Bewegung geschiehet, verändert nichts in der respectiven Geschwindigkeit. Doch muß vor die absolute Geschwindigkeit eine zureichende Ursache gesucht werden.

7) Wenn die Bewegung auf einer Fläche geschiehet, welche selbst in Bewegung ist, von welcher man aber setzet, daß sie in die bewegten Körper nicht wirket; so wird auch in der respectiven Geschwindigkeit der bewegten Körper § 80 dadurch nichts verändert, sie mag in Bewegung oder in Ruhe seyn. Doch muß wohl darauf gerechnet, und eine zureichende Ursache der absoluten Geschwindigkeit gesuchet werden, wenn man die Bewegung der Körper mit dem absoluten Raume vergleichet, und auf ihre absolute Geschwindigkeit acht hat. Denn weil dieselbe eine positive Veränderung in dem Zustande des Körpers ist § 81, 86; so muß sie auch ihre positive Ursache haben. Es muß deswegen die Veränderung des absoluten Raumes entweder von der Bewegung der Fläche als ein existentialischer Effect, d. i. als ein unzertrennlicher Nebenumstand, abhangen, weil man nemlich setzet, daß die Körper auf der Fläche aufliegen, und auch darauf müssen liegen bleiben; oder wenn sie nicht darauf aufliegen, so muß vor ei-

ne thätig wirkende Ursache von derjenigen Veränderung des absoluten Raumes, welche noch ausser der respectiven Geschwindigkeit hinzukommt, besonders gesorget werden. Z. E. wenn einige erklären sollen, warum ein Körper bey der zusammengesetzten Bewegung die Diagonallinie des Parallelogrammi zurück lege, davon die Directionslinien der bewegenden Kräfte die Seiten sind; so stellen sie sich die Bewegung auf einer Fläche vor, welche selbst nach der einen Direction beweget wird, und lassen den Körper auf derselben nach der andern Direction herunter bewegen, da denn in dem absoluten Raume die Diagonallinie von ihm beschrieben wird *. Dieses ist alsdenn ein existentialischer Effect von der Bewegung der Fläche, auf welcher der Körper aufliegt. Es ist aber hiemit noch nicht erkläret, warum er auch auf einer Fläche, welche nicht beweget wird, und wenn er nicht unmittelbar gestossen, sondern in Flug gebracht wird, doch die Diagonallinie zurückleget, ungeachtet dieselbe der Seite des Parallelogrammi bald gleich, bald aber kleiner oder grösser als sie ist. Gleichermassen wenn man auf den Flug der Körper Achtung giebt, welche auf einem Schiffe geworfen werden; oder wenn man den Flug der Körper auf dem Erdboden erklären soll, da doch der Erdboden

* P. v. *Musschenbroek* elem. phys. § 357.

boden beweget wird; und da die Erfahrung lehret, daß die respectiven Geschwindigkeiten eben so unverändert bleiben, als wenn die Fläche in Ruhe wäre, ob wohl die Körper nicht mehr mit ihr zusammenhangen: so müssen die wirkenden Ursachen besonders aufgesuchet werden, wodurch die Veränderung des absoluten Raumes bey dergleichen Bewegungen bestimmet wird, wie an seinem Orte geschehen soll.

§ 113.

Eine bewegende Kraft hat ihr grösstes Vermögen, wenn sie rechtwinklicht stösset, und desto weniger, je spitziger der Winkel wird.

8) Die directe Bewegung, d. i. diejenige, deren Richtung mit der Fläche, daran sie stößt, einen rechten Winkel machet, vermag mehr, als eine schief ankommende, d. i. als eine solche, welche mit derselben einen spitzigen Winkel macht. **Eine bewegende Kraft hat daher alsdenn ihr größtes Vermögen, wenn sie unter einem rechten Winkel stößt, und ihr Vermögen wird um so viel kleiner, ie kleiner der Einfallswinkel wird,** oder, welches gleich viel ist, ie grösser der Inclinationswinkel wird, d. i. derjenige, welchen die Directionslinie des Stoßes mit dem Perpendicul machet, Metaphys. § 416. Die Erfahrung lehret dieses beständig, z. E. eine aufs Wasser geschossene Kugel prallet davon ab, wenn der Winkel, unter welchem sie antrifft, die gehörige Schiefe hat. Die Ap-

 plication

plication einer Kraft am Hebel wird dieses insonderheit erläutern. Der physikalische Grund liegt darinnen, daß die Kraft, wenn sie rechtwinklicht antrifft, ihr ganzes Vermögen gegen den Körper richtet, an welchen sie stößt. Trifft sie aber schief an: so wird ihr Bestreben getheilet, und weil sie zwey Effecte hervorbringt; so kan keiner von beyden so groß werden, als ihr adäqvater ungetheilter Effect gewesen seyn würde. Z. E. die schief aufs Wasser treffende Kugel wendet den größten Theil ihres Bestrebens zu einer Bewegung nach der Länge hin an. Hingegen die rechtwinklich hineingehende wendet ihr ganzes Vermögen an, in das Wasser hineinzudringen. Wenn das Gewichte an den Wagebalken rechtwinklicht ziehet; so wendet es sein ganzes Vermögen an, das Aeusserste des Wagebalkens herunterzuziehen. Ziehet es aber schief; so wird, wenn man nach dem Ruhepuncte zuziehet, ein Theil des Vermögens angewandt, den Wagebalken gegen den Ruhepunct anzudrücken, gleichwie, wenn man vom Ruhepuncte weg ziehet, ein Theil davon verwandt wird, den Wagebalken vom Ruhepuncte wegzureissen.

§ 114.

Wie man die Schwierigkeiten

Wenn man die Regeln der Bewegungen noch specialer bestimmen, und sie a poste-

posteriori durch die Erfahrung beweisen will; so leget die Schwere der Körper, das Reiben, und die widerstehende Materie, darinnen sie bewegt werden müssen, viel Hindernisse in den Weg. Man suchet dieselben so gut als möglich zu vermeiden, oder zum wenigsten zu vermindern. Z. E. man bildet sich feste Linien ohne Schwere ein, und berechnet das, was aus der Schwere der Körper folget, die man an deren Stelle brauchet, besonders. Man vermindert das Reiben, so gut es angehet, oder läßet die Körper in freyer Luft, oder gar im Luftleeren Raume sich bewegen. Man nimmt zur Demonstration gern directe Bewegungen u. d. g.

mindert, welche sich äussern, wenn man die Gesetze der Bewegung durch Versuche beweisen will.

§ 115.

Wir müssen ietzo zuerst von den Gesetzen der einfachen Bewegung § 81 reden. Dieselben werden am füglichsten durch Pendula und zwar durch Kugeln, die an einem Faden aufgehangen worden, bestimmet. Die Manier, wie solches bequem geschiehet, kan man z. E. bey dem Herrn von Wolf, oder bey Hrn. Nolet, oder Gravesande nachsehen *. Man muß aber einen Unterschied machen, ob die Kugeln,

Von den Gesetzen der einfachen Bewegung. Wie dieselben am füglichsten bestimmet werden.

Es ist zu unterscheiden,

* S. Hrn. von Wolf Versuche, III Th. § 131 ꝛc. *Nolet* Leçons de Physique experim. Tom. I pag. 323 &c. *Gravesande* phys. elem. mathem. L. I C. 20.

ob die Körper völlig hart und elastisch, oder ob sie weich sind.

geln, die man zu den Versuchen gebrauchet, nach unsern Sinnen zu urtheilen, vollkommen hart und elastisch sind, oder ob sie weich sind, und sich eindrücken. Die Mittheilung einer Bewegung, wodurch ein Körper in Flug kommt, gründet sich zwar in der That allezeit auf eine Elasticität seiner kleinsten Theile, und anders lässet sich keine physikalische Ursache davon begreiffen § 93 rc. Aus der bloßen Undurchdringlichkeit der Materie aber lässet sich nichts weiter als eine Inertia und eine solche Bewegung verstehen, da ein Körper den andern berühret, und vor sich hertreibet. Allein bey den Körpern, welche weich sind, und sich eindrücken, wird uns diese Elasticität nicht merklich, sondern die elastische Kraft wird unmerklich in die Bewegung der kleinsten Theilgen zerstreuet. Hingegen geben diejenigen, welche unsern Sinnen nach eine vollkommene Elasticität haben, die Wirkung derselben besser zu erkennen. Wir wollen daher in etlichen Sätzen bemerken, was die Erfahrung von beyderley Arten lehret, und davon aus den erklärten physikalischen Gründen der Bewegung Rechenschaft geben.

§ 116.

Gesetze der Bewegung von Körpern, die einander eindrücken.

Von dem directen Anstosse solcher Körper, welche einander eindrücken, und deswegen keine merkliche Elasticität äussern,

fern, sind die Regeln, welche man bey dem Hrn. Nolet durch Versuche bestätigt sehen kan, folgende: 9) **Wenn ein Körper, der in Bewegung ist, an einen andern, der in Ruhe ist, anstößt; so theilet sich die Bewegung unter beyde nach Proportion der Massen** *, § 111, n. 3. Z. E. wenn eine Kugel mit 6 Grad Geschwindigkeit, gegen die andere, die ihr gleich ist, anstößt; so bewegen sie sich beyde; aber, da die fallende Kugel ausserdem auch eben so hoch wieder gestiegen seyn würde, so gehen sie nun beyde zusammen nur halb so weit. Denn die bewegende Kraft muß nach dem Anstosse noch einmal so viel Masse bewegen, indem die fallende Kugel die ruhende mitnimmt, und vor sich hertreibet. Desgleichen wenn die fallende Kugel nur halb so viel Masse hat; und übrigens eben so durch 6 beliebige Grade gefallen ist: so steigen nun beyde zusammen nur um den dritten Theil so hoch, weil iezo die bewegende Kraft dreymal so viel Materie bewegen muß. Und wenn umgekehrt die fallende Kugel zweymal so schwer ist, als die stille hängende; so bewegen sie sich nach dem Anstoße miteinander durch vier Räume, weil die Masse, welche bewegt wird, um den dritten Theil vermehret wird, und daher der Anzahl

Wenn ein bewegter Körper an einen ruhenden stößt, so theilt sich die Bewegung nach Proportion der Massen.

* *Nolet* Leçons de physique experim. Tom. I, pag. 322 &c.

zahl der Räume, durch welche die Bewegung geschiehet, der dritte Theil abgehet. Wegen der Eindrückung, welche die Kugeln beym Anstoße bekommen, ist noch zu merken, daß sie in beyden gleich wird, wenn die Kugeln von gleicher Schwere sind. Sind sie aber von ungleicher Schwere; so wird sie grösser, wenn die ruhende Kugel die schwerere war, als wenn sie die leichtere war. Hiervon ist auch die Ursache leichte zu begreiffen. Denn die Eindrückung wird durch die Reaction verursachet, welche die ruhende Kugel thut, ehe sie in Bewegung kommt. Eine grössere Masse aber reagiret mehr, als eine kleinere.

§ 117.

Wenn zwey Körper einander einholen, so bewegen sie sich nun geschwinder als der langsamere, aber langsamer als der geschwindere, und die Geschwindigkeit wird unter sie nach Proportion der Masse vertheilet.

10) Wenn zwey Körper, die sich beyderseits nach einer Seite bewegen, einander einholen: so bewegen sie sich nach dem Stoße mit einander, und ihre Geschwindigkeit, wird zwar grösser, als zuvor die Geschwindigkeit dessen war, der eingeholet wird, doch kleiner, als die Geschwindigkeit dessen, der ihn einholet *; und die Geschwindigkeit wird eben so, wie es die vorige Regel verlanget, nach Proportion der Masse unter sie getheilet § 111, n. 3. Denn das Wachsthum der

* *Nolet* physique experiment. Tom. I pag. 333 &c.

der Geschwindigkeit des langsamern nach dem Stosse kan nicht mehr als durch den Ueberschuß der geschwindern Bewegungskraft determiniret werden. Der übrige Theil der grössern Geschwindigkeit wird durch die Reaction einer gleich grossen Geschwindigkeit soweit aufgehoben, daß der langsamere davon nichts annehmen kan; obwohl ieder Körper durch so viel Bewegungskraft, als sie mit einander gemein haben, seinen Weg fortsetzet, als in welchem Umstande sie einander nicht widerstreiten. Z. E. wenn die fallenden Kugeln gleich schwer sind, und die eine ist durch 3, die andere durch 6 Räume gefallen; so steigen sie mit einander nach dem Stosse durch $4\frac{1}{2}$ Raum. Nemlich der Ueberschuß der grössern Geschwindigkeit war drey. Dieser wird unter die beyden Massen getheilet, und kömmt zu den übrigen drey Graden, welche nicht verhindert worden, hinzu. Wenn hingegen die langsamere Kugel noch einmal so schwer ist; so steigen beyde nach dem Stoße um 4 Räume. Denn die drey Grade der Geschwindigkeit, welche den Ueberschuß ausmachen, müssen nach dem Stosse dreymal so viel Materie bewegen, daher sie dieselbe nur durch den dritten Theil des Raumes bringen können, durch welchen die kleinere Masse einmal genommen hätte bewegt werden können. Wiederum wenn die fal-

lende

lende Kugel zweymal so schwer war; so geschiehet das Steigen durch fünf Räume, weil nach dem Stosse nur $\frac{1}{3}$ mehr Materie bewegt wird, also auch dem Raume dadurch die Bewegung geschehen kan, nur der dritte Theil abgehet. Mit der Eindrückung ist es wie bey der vorigen Regel beschaffen, nemlich daß sie alsdenn am größten ist, wenn der langsamere Körper, welcher also in Ansehung des geschwindern soweit als ruhend angesehen werden muß, der schwerere war.

§ 118.

Directe widrige Bewegungen heben einander auf, wenn sie gleich sind. Sind sie aber ungleich, so bestimmet die stärkere den Effect durch ihren Ueberschuß.

11) Wenn sich zwey Körper mit directe entgegen gesetzter Richtung gegen einander bewegen; so kommen sie, wenn die Bewegungen vor dem Stosse einander gleich waren, beyderseits in Ruhe; waren sie aber einander nicht gleich; so gehen sie beyde mit einander nach der Direction der stärkern Bewegung fort, und der Ueberschuß derselben bestimmet die Grösse ihrer gemeinschaftlichen Bewegung nach der vorigen Regel*. Denn im erstern Falle vernichten sie wechselsweise ihre Bewegung durch eine entgegen gesetzte gleiche Reaction § 111, n. 1. Im andern Falle aber wird durch die Reaction der kleinern Bewegung von der grössern ein

* *Nolet* phys. experim. Tom. I p. 341 &c.

ein ihr gleicher Theil vernichtet. Daher kan die gemeinschaftliche Bewegung, welche wirklich geschiehet, durch nichts als durch den Ueberschuß bestimmt werden. Z. E. wenn zwey gleich schwere Kugeln von entgegen gesetzten Seiten durch gleich grosse Bogen herunter fallen; so kommen sie beyde bey dem Anstosse in Ruhe. Wenn aber die eine Kugel noch einmal so schwer ist, als die andere; und sie sind beyde z. E. durch 6 Räume gefallen: so bewegen sie sich nach dem Anstosse, noch gemeinschaftlich nach der Direction der stärkern durch 2 Räume. Denn das Vermögen, welches sie beyde, wenn sie einander gleich wären, bey dem Falle durch 6 Räume erhalten hätten, hebet sich gegen einander auf. Es bleibet also nur die Hälfte von dem Vermögen der stärkern Kugel übrig, welches so viel beträgt, daß eine Masse, welche der kleinern Kugel gleich ist, durch 6 Räume wieder gehoben werden könnte. Da nun aber nach dem Anstosse, indem sich beyde Kugeln mit einander bewegen, dreymal so viel Masse bewegt werden muß; so geschieht dargegen die Bewegung nur durch den dritten Theil des Raumes, nemlich durch 2 Räume. Daher entstehet auch ein Unterschied, wenn die stärkere Bewegung, welche die andere überwindet, nicht durch Verdoppelung der Masse, sondern durch Verdoppelung der Geschwindigkeit verursachet

chet worden. Die Erfahrung lehret, daß sie alsdenn nach dem Anstosse noch durch 3 Räume steigen. Nemlich wenn man wiederum setzet, daß die Hälfte der stärkern Kraft bey dem Anstosse vernichtet worden; und also nur die Hälfte noch übrig ist, welche eine einfache Masse um 6 Räume gehoben haben würde, so hebet dieselbe nun die doppelte Masse nur halb so weit, nemlich um 3 Räume. Was die Eindrückung betrifft, welche die Kugeln beym Anstosse in allen den bisher erzehlten Fällen leiden, so ist zu merken, daß dieselbe alsdenn grösser wird, wenn zwey Kugeln, die beyderseits in Bewegung gewesen, gegen einander schlagen, als wenn eine fallende Kugel gegen eine anschlägt, die in Ruhe ist. Denn die lebendigen Bewegungskräfte vermögen mehr als die todten § 111, n. 6. Daher wirken in dem erstern Falle vermögendere Kräfte gegen einander.

§ 119.

Ob die Regeln von der Bewegung weicher Körper Instanzen gegen das Leibnizische Maaß der lebendigen Kräfte abgeben.

Es kan übrigens, welches ich hierbey noch erinnern muß, bey denen iezt erklärten Gesetzen der Bewegung, welche die Erfahrung von dem Anstosse weicher Körper an einander lehret, scheinen, als ob sie Instanzen gegen das Leibnitzische Maaß von den lebendigen Kräften abgeben könten, vermöge dessen dieselben aus dem Quadrate der Geschwindigkeit, multiplicirt mit

mit der Masse, ermessen werden sollen § 108. Denn es lässet sich dabey die Gleichheit des Effectes mit seiner Ursache dadurch berechnen, wenn man die Anzahl der Grade, wodurch die Körper fallen, vor die Geschwindigkeit annimmt, und die Grösse der Bewegung nur aus der Masse, multiplicirt mit der Geschwindigkeit, berechnet. Allein daß das letztere angehet, trifft hier zufälliger Weise zu, und die Gleichheit des Effectes mit den bewegenden Ursachen wird in der That aus höhern Gründen erkannt, dabey man nur die tota in gleich grosse Theile eintheilet; oder überhaupt ihre Gleichheit oder Ungleichheit aus allgemeinen Gründen bemerket, ohne daß man noch nöthig hat, sich auf das Maaß der lebendigen Kräfte einzulassen § 109. Denn wie die ganze bewegende Kraft zu ermessen ist; so sind auch die partes aliquotae, darein man sie eintheilet, zu ermessen, und man hat sich darauf nicht einzulassen, wenn der Effect daraus erkläret werden kan, daß ein pars aliquota vernichtet worden, und nur der andere seinen Effect hervorbringet. Die specialere Berechnung aber, nach dem Maaße der lebendigen Kräfte findet hier unüberwindliche Schwierigkeiten. Denn da die Theilgen, auch der weichen Körper, in der That elastisch sind, aber die Wirkung der elastischen Kraft nur auf eine uns unmerkliche

Art

Art zerstreuet wird § 115; so kan die Auflösung dieser Aufgaben unmittelbar nach dem Maaße der lebendigen Kräfte nicht gegeben werden, sondern man muß sie nach höhern Gründen machen, und das Maaß der lebendigen Kräfte ebenfalls theils aus höhern Gründen, theils aus andern Versuchen bestimmen. Hingegen die folgenden Versuche mit sinnlich harten und elastischen Körpern lassen sich zwar nach den Leibnitzischen, nicht aber nach dem gemeinen Maaße, berechnen, wodurch der Vorzug von jenem gnugsam bestätiget wird.

§ 120.

Gesetze der Bewegung von vollkommen elastischen Körpern.

Die allgemeinesten Regeln von dem Anstoße solcher Körper, welche eine vollkommene Elasticität haben, und welche sich aus dem Wesen der Elasticität begreiffen lassen, sind in der Metaphysik § 415 angegeben, und hier voraus zu setzen.

Eine eingedrückte elastische Substanz bestrebet sich wieder in ihre vorige Figur zu setzen, und ihr Bestreben ist der Action gleich, wodurch sie gedruckt wird.

Nemlich 12) Wenn eine elastische Substanz in ihrer Figur verändert wird, z. E. wenn eine Kugel eingedruckt wird: so entstehet in ihr vermöge des Begriffs der Elasticität eine Bemühung sich wiederum in dieselbe zu setzen: und ie stärker sie eingedruckt worden, desto stärker wird auch dieses Bestreben, daher dasselbige allezeit der Action gleich ist, wodurch sie eingedruckt wird. Weil dieses alles unmit-

unmittelbar klar ist; so ist zur Erläuterung nur folgendes zu merken. Wenn gesaget wird, daß das Bestreben einer elastischen Substanz, wodurch sie sich zu restituiren bemühet, so viel stärker wird, ie mehr ihre Figur verändert worden; so verstehet sich, daß man von dem Falle redet, da ihre Elasticität unverändert fortdauret. Auf das letztere muß man demnach Achtung geben, wenn die Regel auf Körper appliciret wird, wo der Grund ihrer Elasticität in einer gewissen Zusammensetzung liegt, und, wenn die Figur zu sehr verändert wird, ganz oder zum Theil aufhören kan. Z. E. eine gemäßigte Bewegung unsers Leibes, dabey sich die Fibern völlig wieder restituiren können, wenn sie aus ihrer Figur gebracht worden, ist gesund, und dienet zu ihrer Stärkung. Man darf aber nicht denken, daß ihre Bemühung, sich zu restituiren, und die davon abhangende Stärkung, in so viel höherm Grade erfolgen werde, ie mehr sie aus ihrer Figur gebracht werden. Denn wenn man sich z. E. den Magen überschüttet; so wird er deswegen verdorben, weil die Fibern zu sehr aus ihrer Figur gebracht werden, daß sie sich nicht gehörig restituiren können. Ferner fliesset aus unserer Regel als eine Folge, wenn die Substanz durch die Zusammendrückung auf allen Seiten dichter gemacht werden kan, daß

Dabey ist wohl zuzusehen, wiefern in den Körpern die Elasticität unverändert fortdauret.

Die Elasticität nimmt zu, wie die Dichtheit.

die Elasticität in ihrem Vermögen immer zunimmt, und daß sie, so lange nicht neue Gründe dazu kommen, welche eine Aenderung verursachen, nach der Boyleischen Regel eben so zunimmt, wie die Dichtheit. Diese Regel trifft auch, so weit es sich durch Versuche wahrnehmen lässet, in der Erfahrung ein, und man kan sie auf den Druck der Luft appliciren, wenn sie dichter gemacht wird *. Es ist weiter klar, wenn die gedrückte elastische Substanz so viel Receptivität gehabt hat, daß sie die ganze mögliche Action der gegen sie wirkenden Kraft hat annehmen können; so muß auch alsdenn ihr Bestreben sich zu restituiren derselben ganzen Kraft gleich seyn: sollte aber dieses wegen der Ungleichheit der Massen, oder deswegen nicht angehen, weil die wirkende Bewegungskraft mehr Vermögen hätte, als nöthig wäre, die elastische Substanz bis aufs äusserste zusammen zu drücken; so ist doch ihr Bestreben sich zu restituiren der ganzen Action gleich, damit in sie gewirket wird, und es wird nicht weiter in sie agiret, als sie reagiren kan, sondern der übrige Theil der bewegenden Kraft wird zu andern Effecten verwandt. Z. E. man kan zwar nicht sagen, daß eine Stahlfeder, welche durch ein Pfund völlig zusammen gedrückt werden

Die Reaction der elastischen Substanz ist der ganzen drückenden Kraft gleich, wenn sie die ganze mögliche Action derselben hat annehmen können. Ausserdem ist sie nur der ganzen Action gleich.

* Joann. Bernoulli opp. T. III p. 102 &c.

werden kan, darauf man aber 20 Pfund legt, auch mit 20 Pfund Kraft reagire, weil sie nicht mehr als ein Pfund Action annehmen kan. Hingegen kan man wohl ganz recht sagen, daß ein iedes Lufttheilgen in der Atmosphäre sich eben so starck auszudehnen bestrebe, als es von allen andern zusammen gedruckt wird. Denn wir wissen aus Erfahrungen, daß die natürliche Luft bey weitem nicht bis auf das äusserste zusammen gedrückt ist. Z. E. in der Windbüchse lässet sie sich etwan zehnmal dichter machen, und von dem Schießpulver lässet sich erweisen, daß die darinnen verschlossene Luft mehr als hundert mal dichter ist als die gemeine *.

§ 121.

Eine elastische Substanz, welche directe an eine unbewegliche Fläche angetrieben wird, gehet in eben der Linie und mit eben der Geschwindigkeit zurücke.

Wenn daher 13) eine elastische Substanz gegen eine unbewegliche Fläche directe angetrieben wird; so gehet sie in eben der Linie und mit eben der Geschwindigkeit zurücke, wenn sie nicht andere Ursachen, z. E. die Schwere und widerstehende Materie, daran hindern. Denn durch die Eindrückung bekommt sie so viel Kraft wieder, als auf die Action gegen die Fläche verwandt worden war. Die Umkehrung der Direction aber folget aus der Undurchdringlichkeit

* Jo. Bernoulli opp. Tom. I p. 36, Tom. III p. 20, 22.

der Fläche als ein existentialischer Effect, Metaphys. § 407. Hat daher die Fläche so viel Receptivität gehabt, daß sie die ganze Thätigkeit der bewegenden Kraft hat annehmen können; so ist das Vermögen der zurückprallenden Bewegung bloß von der Elasticität der Substanz herzuleiten. Hat aber nur mit einem Theile der bewegenden Kraft in der Fläche agiret werden können, weil dieselbe mehreres anzunehmen nicht fähig war; so bestehet das Vermögen der zurückgehenden Bewegung aus zwey Theilen, nemlich aus dem noch übrigen Theile der bewegenden Kraft, deren Action die Fläche nicht annahm, und aus dem Theile des Vermögens, welcher durch die Elasticität wiederum hergestellet wird.

Der Grund des Zurückprallens liegt entweder bloß in der Elasticität, oder zugleich in einem noch übrigen Theile der vorher wirkenden Kraft.

§ 122.

Noch specialere Regeln, wie elastische Körper beym Anstosse gegen einander wirken, sind durch die Erfahrung mit den Pendulis folgendergestalt bestimmet worden. 14) Wenn eine elastische Kugel an eine andere gleich schwere, welche in Ruhe ist, anschlägt; so kommt diese mit eben der Geschwindigkeit in Bewegung, sie selbst aber kommt in Ruhe. Denn weil die Kugeln von gleich grosser Masse sind; so ist eine geschickt, den Impulsum der andern ganz anzunehmen, und weil der Effect seiner Ursache

Wenn eine elastische Kugel an eine gleich schwere ruhende anschlägt; so kömmt sie in Ruhe, und diese in Bewegung.

Ursache gleich seyn muß § 106; so muß die anschlagende Kugel in Ruhe kommen. Man kan eben dieses auch also begreiffen. Weil die beyden Körper beym Anstosse wechselsweise einander eindrücken, und sich auch beyderseits vermöge ihrer Elasticität zu restituiren in Bemühung kommen; so ist es in unserm angenommenen Falle, da die Massen gleich sind, eben so viel, als wenn beym Anstosse die Körper durch eine Feder aus einander getrieben würden, welche gegen iedweden von beyden einen Druck ausübete, welcher der bewegenden Kraft gleich ist. Weil nun diesem Drucke in der angestossenen Kugel nichts widerstehet; so kommt sie in Bewegung. In der anstossenden aber widerstehet ihre Direction, mit welcher sie den Ort der ruhenden Kugel einzunehmen in Bemühung war. Weil nun die mit dieser Richtung versehene widerstehende Kraft dem Drucke gleich ist, welchen die Elasticität der angenommenen Feder verursachet; so wird sie dadurch vernichtet, und der anstossende Körper kommt in Ruhe. Dieser angenommene gleichgültige Fall ist so richtig, daß auch zwischen die Kugeln, die an einander schlagen sollen, ein elastischer Ring befestiget werden kan, und der Effect völlig eben so erfolget *. Auf gleiche Weise muß, wenn eine ganze Reihe elastischer Kugeln neben

In einer Reihe elastischer Ku-

* Nolet phys. exp. T. I p. 359.

geln kommt die letzte in Bewegung, wenn die erste angeschlagen wird, und die mittlern bleiben in Ruhe.

neben einander gehänget wird, die leztere fortfliegen, wenn die erste angeschlagen wird, alle mittlern aber bleiben in Ruhe. Denn iedwede wird eingedrückt, und dadurch wird der Stoß in die nächst folgende fortgebracht, sie selbst aber kommt durch die Reaction derselbigen in Ruhe.

Erinnerung wegen vorsichtiger Application der Regel.

Bey der Application dieser Regel verstehet sich, daß sie nur eintrifft, wiefern nicht zufällige Ursachen etwas anders determiniren, z. E. daß auf der Billard-Tafel die directe anstossende Kugel auch nach dem Anstosse gemeiniglich noch einige Bewegung vorwärts behält, leitet Herr Nolet * ganz richtig aus der Drehung der Kugel um ihre eigene Axe her, welche nebst der directen Bewegung ihres Mittelpunctes zugleich geschahe, und deren Effect dadurch nicht destruiret werden kan, daß diese leztere aufgehoben worden. Denn würde das Planum in dem Berührungspuncte so gleich vernichtet; und die Kugel in ihren Polen fest gehalten: so würde sie sich drehen müssen. Auf der Tafel aber bringet die drehende Bewegung dieselbe weiter vorwärts. Jngleichen begreiffet man auch leicht, warum die Regel nicht eintreffen kan, wenn beyde Pendula in einem Puncte aufgehängt sind, sondern warum alsdenn bey dem Anstosse ein Schwanken entstehet. Denn das fallende Pendulum stößt

* l. c. p. 362.

stößt an das ruhende schon an, ehe es noch selbst im perpendicularen Stande ist, und fängt jenes an zum Flug zu determiniren, da es selbst noch mit einer zunehmenden Bewegung zu fallen hat.

§ 123.

Ein grösserer elastischer Körper, wenn er an einen kleinern anstößt, kömmt nicht ganz in Ruhe, sondern bewegt sich in eben der Direction langsamer.

Wenn aber 15) ein grösserer elastischer Körper an einen kleinern anstößt; so kommt er nicht ganz in Ruhe, sondern er beweget sich in eben der Direction fort, aber langsamer als zuvor. Denn weil die Massen ungleich sind; so nimmt der ruhende Körper nicht den ganzen Impulsum des anstossenden an. Daher wenn man, wie bey der Demonstration der vorigen Regel, den gleichgültigen Fall setzet, daß die Körper nach dem Anstosse durch eine Feder aus einander getrieben würden, welche gegen iedweden einen der Action gleichen Druck ausübet; so kommt der in Ruhe gewesene Körper, weil ihm nichts widerstehet, mit so viel Kraft in Bewegung. In dem anstossenden aber wird ein so grosser Theil seiner bewegenden Kraft aufgehoben, als wie groß seine Action gewesen ist. Vermöge des übrigen Theiles aber, welchem nicht reagiret worden, muß er in Bewegung kommen. Die Bewegung aber muß langsamer werden, weil iezt eine kleinere Kraft eine grössere Masse bewegen muß. Z. E.

wenn die fallende Kugel durch sechs Grade gefallen ist, und an eine halb so grosse anschlägt; so steiget die kleine durch acht Grade in die Höhe, die grosse aber gehet ihr durch zwey Grade nach *. Denn es ist in dem Puncte des Anstosses so viel, als wenn eine Feder da wäre, welche gegen beyde Körper mit Zwey Drittheilen der bewegenden Kraft stiesse. Dieser Stoß kan die kleine Kugel durch 8 Räume bewegen, weil sie nur halb so viel Masse hat, als die grosse, und die grosse durch dergleichen Stoß durch 4 Räume gegangen seyn würde. In der grössern Kugel aber würde der Druck einer solchen Feder Zwey Drittheile von ihrer bewegenden Kraft aufheben. Es bleibet ihr also nur Ein Drittheil, mit welchem sie sich durch den dritten Theil des Raumes, nemlich durch 2 Grade fort bewegt.

§ 124.

Wenn ein kleinerer elastischer Körper einen grössern bewegt; so wird die Bewegung des letztern langsamer, der anstossende aber prallet so zu-

16) Wenn ein kleinerer elastischer Körper an einen grössern anstößt, und denselben beweget: so geschieht die Bewegung des grössern langsamer, als die ankommende Bewegung war; der kleinere Körper aber prallet mit einer ebenfalls verminderten Geschwindigkeit also zurücke, daß die respective Geschwindigkeit, mit wel-

* Nolet phys. experim. Tom. I p. 354.

welcher sich die Körper nach dem Anstosse von einander entfernen, der Geschwindigkeit gleich ist, mit welcher sich einer dem andern vor dem Stosse näherte. Daß der kleinere Körper den grössern nicht mit eben der Geschwindigkeit, die er selbst hat, bewegen kan, folget daraus, weil sonst die Wirkung grösser als die Ursache wäre. Folglich ist der grössere Körper in so fern als unbeweglich anzusehen, nemlich in Absicht auf eine zu verursachende grössere Geschwindigkeit, als wirklich erfolget. Nun nimt unter ungleichen Massen niemals die eine völlig den Impulsum der andern an, wie die Erfahrung lehret. Die grössere Masse aber mag annehmen, so viel sie will, welches a posteriori bemerket werden muß; so ist doch so viel gewiß, daß es in dem Puncte des Anstosses eben so viel seyn muß, als ob zwischen beyden Körpern eine Feder wirkte, vermöge welcher sie mit eben der Geschwindigkeit aus einander getrieben werden sollten, vermöge welcher sich vor dem Stosse einer dem andern näherte, weil sonst die Wirkung ihrer Ursache nicht gleich gälte. Wie viel nun von dieser Geschwindigkeit die grössere Masse nicht annahm, so viel bleibet der kleinern übrig, indem sie zurück gehet. Eben hiermit geschieht es also, daß sie sich mit eben der respectiven Geschwindigkeit von einander entfernen,

rücke, daß die respective Geschwindigkeit unverändert bleibet.

mit welcher sich einer dem andern vor dem Stosse näherte. Z. E. wenn eine Kugel, die durch sechs beliebige Grade gefallen, an eine andere noch einmal so schwere anstößt; so steiget die grössere durch vier Grade, und die kleinere gehet durch 2 Grade zurück *. Nemlich man siehet hieraus, daß der grössere Körper von dem Impulsu des kleinern nur zwey Drittheile angenommen, und daß es so viel ist, als würden bey dem Anstosse beyde Körper mit einem Stosse aus einander getrieben, welcher vermögend wäre, jeden durch einen Bogen von 4 Graden zu heben. Der Effect davon ist also bey dem grössern Körper dieser, daß er wirklich durch 4 Grade beweget wird, weil der Bewegung nichts widerstehet. In dem kleinern aber muß die Folge davon diese seyn, daß dadurch ein gleich grosser Theil seiner bewegenden Kraft aufgehoben wird, weil dieselbe eine widrige Richtung hat. Es bleibet ihm also nur noch das Vermögen zu einer Bewegung durch 2 Räume übrig, welche ietzo in umgekehrter Direction erfolgen muß, weil der angestossene Körper sich nicht, wie bey dem Falle in der vorigen Regel, vor ihm her geschwinder bewegt, sondern vermöge der wechselsweisen Eindrückung der Bewegung des anstossenden widerstehet, wenn sie mit ihm in einerley Direction geschehen sollte. Weil er nun in so

* Nolet phys. exper. Tom. I p. 356.

so fern als unbeweglich anzusehen war; so wird die Direction umgekehrt § 121. Man kan beyläufig merken, daß dieses Exempel eine beqveme Instanz wider das gemeine Maaß der lebendigen Kräfte abgiebt, weil der Effect, weder der einfachen Ursache gleich, noch auch doppelt so groß wird § 108, 119, wenn man die lebendige Bewegungskraft aus der Masse und der Geschwindigkeit ermisset. Dahingegen die Berechnung derselben aus der Masse mit dem Qvadrate der Geschwindigkeit eine völlige Gleichheit des Effectes mit seiner Ursache giebt. Ein anderes dergleichen Exempel ist der Fall, da die anstossende Kugel nur Ein Drittel der ruhenden ist, und da die grössere mit der halben Geschwindigkeit fortgehet, die kleinere aber mit der halben Geschwindigkeit zurück gehet. Die Rechnung kommt nach den Leibnitzischen Maasse richtig heraus *. Nach dem gemeinen Maasse aber muß man eine unbegreiffliche Verdoppelung der Kräfte nach dem Anstosse zu Hülfe nehmen.

Wie durch diese Erfahrung das Cartesianische Maaß der lebendigen Kräfte widerleget wird.

§ 125.

17) Die Regeln, welche ietzo § 122-124 erkläret worden, lassen sich auch auf die Fälle appliciren, da ein geschwinderer Körper den langsamern einholet. Denn der langsamere ist, wiefern er es ist, für ruhend

Wie die vorigen Regeln auf die Fälle zu appliciren sind, da ein geschwinderer Körper einen langsamern einholet.

* S. Hrn. D. G. E. Hambergers Elementa phys. § 99, 100.

hend zu halten. Der geschwindere aber hat nur in Ansehung seines Ueberschusses der Geschwindigkeit ein Vermögen in den langsamern zu wirken. Nemlich wenn Körper von gleicher Masse einander einholen; so wird die Geschwindigkeit verwechselt. Holet der grössere Körper den kleinern ein; so gehet er langsamer, als der kleinere sich beweget, hinter ihm her. Holet aber der kleinere den grössern ein; so prallet er mit einer verminderten Geschwindigkeit zurücke, und jener gehet mit einer etwas vermehrten Geschwindigkeit fort. Es verstehet sich, daß dieses alles geschiehet, wenn es nicht andere Ursachen verhindern, dergleichen das Reiben, die Zerstreuung des Stosses, die Schwere u. d. g. ist.

§ 126.

Gleiche elastische Körper prallen mit gleicher und eben derselben Geschwindigkeit von einander.

18) Wenn zwey elastische Körper von gleicher Masse mit gleicher Geschwindigkeit zusammen stossen; so prallen sie mit gleicher und eben derselben Geschwindigkeit von einander. Denn weil die Massen gleich waren; so hat ieder Körper den Impulsum des andern angenommen. Oder eigentlicher, die thätige Bewegungskraft eines iedweden ist erschöpfet worden: weil aber die Körper eingedrückt worden; so wird sie, indem sie sich in den vorigen Stand zu setzen bemühen,

hen, vermöge der Elasticität § 120 in umgekehrter Richtung wieder hergestellet. Z. E. wenn zwey gleich schwere elastische Kugeln directe gegen einander schlagen, und iede durch 6 Grade gefallen ist; so gehet iede durch den Weg, durch den sie gekommen, wiederum 6 Grade zurücke.

§ 127.

Zwey gegen einander schlagende elastische Körper von ungleicher Kraft verwechseln die Geschwindigkeiten, wenn die Massen gleich sind; verhalten sich aber die Massen wie die Geschwindigkeiten umgekehrt, so prallet ieder mit seiner vorigen Geschwindigkeit zurücke.

19) Wenn aber zwey elastische Körper, welche beyderseits mit lebendiger Bewegung gegen einander stossen, von ungleicher Bewegungskraft sind; so verwechseln sie im Zurückprallen die Geschwindigkeiten, wenn die Massen gleich waren: waren aber die Massen ungleich und die Geschwindigkeiten denen Massen reciproce proportional; so prallet ieder mit eben der Geschwindigkeit zurücke, welche er vor dem Anstosse hatte. Denn im ersten Falle, da die Massen gleich sind, ist ieder Körper geschickt, den Impulsum des andern ganz anzunehmen. Oder eigentlicher, nachdem bey dem Anstosse die thätige Bewegungskraft eines iedweden erschöpft worden war; wobey er aber eingedrückt, und durch den Eindruck, der Elasticität zu folge, determiniret worden, sich mit eben so viel Kraft, in entgegen gesetzter Richtung zu bewegen, als wie groß die Kraft war, die ihn eindruckte: so beweget

beweget sich nach dem Zusammenstossen iedweder Körper völlig mit der Kraft und Direction des andern. Folglich verwechseln sie ihre Geschwindigkeit. Im andern Falle, da die Massen ungleich sind, lässet sich begreiffen, daß es in dem Puncte des Zusammenschlagens eben so viel ist, als wenn eine Feder da wäre, welche in Bestrebung wäre, beyde Körper mit der vorigen respectiven Geschwindigkeit aus einander zu treiben, und welche gegen iedweden so viel agirte, als er selbst zu agiren geschickt war. Denn dieses ist theils aus der Natur der Elasticität; theils daraus offenbar, weil der Effect seiner Ursache gleich seyn muß. Gesetzt auch, es hätte der eine Körper den Impulsum des andern nicht ganz angenommen; so verschlägt auch daran nichts. Denn der übrige Theil der Kraft, welcher nicht aufgewandt worden, wird zu einer zurückgehenden Bewegung determiniret § 121. Derjenige Theil aber, welcher aufgewandt worden, wird vermöge der Elasticität wiederum hergestellet. Mithin ist es, indem die Körper zusammen stossen, allerdings eben so viel, als würden sie durch eine Feder von einander getrieben, welche gegen iedweden mit einer Kraft agirte, welche der seinigen gleich war. Daher wird auch iedweder mit der Geschwindigkeit, welche er vor dem Stosse hatte, zurück beweget. Z. E. wenn die

eine

eine Kugel, welche durch 4 Grade gefallen, noch einmal so schwer als die andere ist, gegen welche sie schlägt, und welche durch 8 Grade gefallen; so steiget die erste wiederum durch ihre 4 Grade, und die andere durch ihre 8 Grade in die Höhe *. Hieraus folget demnach 20) **wenn zwey Körper durch einen dazwischen befindlichen elastischen Körper, welcher gegen beyde gleich stark stößt, aus einander getrieben werden; so verhalten sich ihre Geschwindigkeiten, wie ihre Massen umgekehrt.**

Wenn zwey Körper durch ein dazwischen befindliches Elastrum aus einander getrieben werden; so verhalten sich ihre Geschwindigkeiten, wie ihre Massen umgekehrt.

§ 128.

Wenn man die erklärten Regeln von dem Anstosse elastischer Körper noch einmal durchlauffen will; so wird man 21) finden: **die respective Geschwindigkeit bleibet allezeit vor und nach dem Anstosse einerley.** Daher bleibet auch der Mittelpunct der Bewegung, welcher sich zwischen zwey dergleichen bewegenden Kräften abstrahiren lässet § 81, in Ruhe: Und wenn man von demselben an die Bewegung zweener gegen einander schlagender Körper nach dem Anstosse berechnet; so ist die Summe der Bewegung auf Seiten des einen und des andern gleich groß. Diese Summe der Bewegung wird aus dem Product der Masse in die Geschwindigkeit

Die respective Geschwindigkeit bleibet vor und nach dem Anstosse elastischer Körper einerley.

* Nolet phys. exper. Tom I p. 365.

digkeit geschätzet §. 105, woraus aber nicht folget, daß auch die Summe der lebendigen Bewegungskräfte also zu schätzen ist, weil die letztere aus ganz anderen Gründen beurtheilet werden muß § 108 *. Diese Gleichheit der respectiven Geschwindigkeit vor und nach dem Anstosse elastischer Körper ist das allgemeine bey einem ieden Anstosse derselben. Es wäre aber hier zu weitläuftig noch specialere Regeln vor den Anstoß elastischer Körper bey verschiedenen Verhältnissen ihrer bewegenden Kraft zu suchen.

§ 129.

Eine Reihe von gleichen Elastris kan durch eben die Kraft in Ruhe erhalten werden, durch welche ein einziges erhalten wird.

Ich will bey dieser Gelegenheit so gleich noch einige andere Regeln, von der Bewegung elastischer Körper beybringen, welche wir im folgenden brauchen werden. Wenn 22) mehrere elastische Körper in einer Reihe hinter einander gestellet sind, welche sich sämmtlich mit gleicher Kraft auszubreiten bestreben; und die Reihe an dem einen Ende gegen einen unbeweglichen Punct A (Tab. I fig. I) gestämmet ist; so brauchet die Kraft in B, welche die ganze Reihe in Ruhe erhält, nicht grösser zu seyn, als nöthig ist, das erste Elastrum in Ruhe zu erhalten, wenn es allein und unmittelbar gegen den Punct

* Jo. Bernoulli Opp. Tom. III p. 24, 25, 249.

Punct A gestämmet wäre *. Denn weil sich die Elastra gegen beyde Seiten mit gleich viel Kraft auszubreiten bestreben, wie angenommen wird; so widerstehen sie auch einander selbst. Daher nur wie viel Kraft das erste in B eingedrückt wird, mit so viel Kraft widerstehet es dem andern in C. Aus gleichem Grunde widerstehet das andere, weil es durch den Druck in C in Ruhe erhalten wird, dem dritten in D, und dieses gleichermaßen dem vierten in E und so immer weiter. Folglich ist auch in C der Rückdruck nicht stärker, als er seyn würde, wenn sich die unbewegliche Fläche daselbst befände: und demnach brauchet die Kraft in B, welche die ganze Reihe hindert, sich auszubreiten, nicht mehr Vermögen, als nöthig wäre, ein einziges von dergleichen Elastris, welches gegen einen festen Punct gestämmet ist, in Ruhe zu erhalten; und es erfolget aus der Natur der Elasticität, daß bey diesen Umständen die andern Elastra einander selbst in Ruhe halten.

§ 130.

Wenn ein Körper durch eine Reihe von

Wenn aber 23) ein Körper durch eine Reihe von mehreren hinter einander gestellten gleichen Elastris in eine

* Jo. Bernoulli opp. Tom. III p. 42 &c.

Elastris in lebendige Bewegung gesetzt wird; so ist das Vermögen der Bewegung aus der Application zu beurtheilen, und zuzusehen, wiefern iedwedes in ihn agiren kan, und wiefern eins das andere hindert.

ne lebendige Bewegung gesetzt werden soll; so muß man gar vorsichtig seyn, das Vermögen derselben zu bestimmen. Es ist zwar gewiß, daß ein Körper, welcher von mehrern gleichen Elastris wirklich einen Stoß bekömmt, es geschehe nun mittelbar oder unmittelbar, sich auch geschwinder bewegt. Wie fern er aber denselben wirklich, oder gar in gleichem Grade von iedwedem, bekommen kan, muß aus der Application geurtheilet werden, indem man Acht hat, ob eins das andere hindert, und ob iedwedes darein agiren, oder gar seine ganze Action in den zu bewegenden Körper verrichten kan. Denn wenn die Elastra neben einander liegen, wie bey G (Tab. I fig. 2), so daß keines das andere hindert; so werden sie mit gemeinschaftlich verbundenen Kräften den Körper G fortschnellen, so bald der Widerstand weichet, welcher sich ihrer Ausbreitung widersetzet hat. Hingegen kan man nicht eben dieses behaupten, wenn die Elastra hinter einander liegen, und man kan solches dem berühmten Hrn. Joh. Bernoulli nicht einräumen *. Er gründet sich darauf, daß das Fortschnellen des Körpers B (fig. 1) der einzige Effect sey, welchen die sämmtlichen

* Discours sur le mouvement Tom. III Opp. p. 44, 45.

lichen Elastra durch ihre Action verursachen. Wenn dieses wahr wäre, so hätte er unstreitig recht. Allein die Sache verhält sich meines Erachtens anders. Denn wenn man setzet, daß beyde Schenkel A E und E C elastisch sind; so ist offenbar, daß indem dem Elastro B E C Raum gemachet wird, sich auszubreiten, und der Punct bey E fortrücket, sich dasselbe vermöge seiner Elasticität mit gleicher Kraft gegen B und C ausbreiten muß, wodurch es also dem Elastro C widerstehet, indem dieses bey Bewegung des Schenckels B E, wodurch E C etwas mitgenommen wird, nachzudringen anfängt, welcher Widerstand allererst aufhöret, wenn die Schenkel E C und C K einander nicht mehr berühren, oder die Elastra ganz ausgebreitet worden. Aus gleichem Grunde widerstehet das andere Elastrum dem dritten, das dritte dem vierten u. s. w. So lange aber das erste Elastrum B E C noch nicht völlig ausgebreitet ist; so wird es auch allerdings durch den Druck der nachfolgenden, mit denen es ein Continuum ausmachet, noch afficiret: und der Druck, den es von ihnen bekommt, vermehret den Druck, womit in den fortzuschnellenden Körper agiret wird, so lange ihn das erste Elastrum B E C noch berühret. Wie viel dieser Druck austrägt, erforderte eine besondere Rechnung, welche sich nicht so

leichte dürfte angeben lassen. Es ist doch aber so viel klar, daß, weil die Elastra einander selbst hindern, und das vörderste nur einigen Ueberschuß von den nachfolgenden empfängt, die Bewegung des fortzuschnellenden Körpers nicht der adäqvate Effect der sämmtlichen Elastrorum ist, und daß also auch das Vermögen dieser Bewegung der bewegenden Kraft derer sämmtlichen Elastrorum nicht gleich zu seyn brauchet. Wenn die Reihe der Elastrorum lang genug ist; so kan der Einfluß der entfernten unmerklich werden, und vor nichts zu achten seyn. Irgendwo muß dergleichen Punct kommen, dessen Effect in das letzte Elastrum nichts merkliches austrägt, nemlich binnen der Zeit, welche verstreichet, ehe der fortzuschnellende Körper in Flug komt. Ja weil die Fortbringung des Stosses einige Zeit brauchet § 102; und alles in der Natur seine gemessene Schranken hat: so muß in einer gnugsam langen Reihe hinter einander gestellter Elastrorum irgend ein Punct kommen, aus welchem in den fortzuschnellenden Körper gar kein Stoß kommen kan; weil er nemlich schon in Flug gebracht worden, ehe der Stoß dahin gelanget. Dieser Ort aber ist ohne Zweifel weiter entfernt, als wir ihn wahrnehmen können. Wenn daher die Reihe nicht übermäßig lang ist; so folget, daß die lebendige Bewegung eines Körpers

Wenn die Reihe der Elastrorum nicht allzu-

pers, welcher von einer längern Reihe gleicher Elastrorum fortgeschnellet wird, stärker wird, als die Bewegung dessen, gegen welchen eine kürzere Reihe wirket. Z. E. eine Reihe von 12 gleichen Elastris wird den Körper weiter treiben, als eine von dreyen. Doch könnte man es nicht so gleich auch schliessen, wenn die eine Reihe 12 Millionen, und die andere 3 Millionen wäre. Denn wenn drey Millionen das äusserste wären, um den Stoß fortzubringen, ehe der Körper in Flug kommt; so würden die übrigen 9 Millionen gar nicht gegen ihn agiren. Der Raum, durch welchen das folgende Elastrum nachzurücken im Stande ist, und eben dadurch selbst in lebendige Bewegung ausbricht, wird immer kleiner werden. Daher kommt endlich ein Ort, wo er binnen einer gegebenen Zeit gar keinen Realtheil des Raumes in der Natur mehr austrägt, Metaphys. § 167.

lang ist; so wird ein Körper stärker fortgeschnellet, wenn er von einer längern, als wenn er von einer kürzern Reihe von Elastris beweget wird.

§ 131.

Wenn aber 24) zwey Körper zugleich durch eine Reihe von Elastris, welche zwischen ihnen befindlich waren, und sich ausbreiten, weil der Widerstand weichet, der die Körper A und B (Tab. I fig. 3) in Ruhe hielt, in lebendige Bewegung gesezt werden; so verhalten sich die Bewegungskräfte, welche

Wenn zwey Körper durch eine Reihe von zwischen ihnen befindlichen Elastris bewegt werden; so verhalten sich

ihre Bewegungskräfte, wie die Massen umgekehrt.

welche sie annehmen, wie ihre Massen umgekehrt, und es formiret sich daher zwischen ihnen ein gemeinschaftlicher Mittelpunct der Bewegung oder Schwere § 81, welcher sowol in der Action der Elastrorum, als auch nach derselben bey dem Flug der Körper beständig in Ruhe bleibt § 128; iedoch mit der Einschränkung, welche § 130 erwiesen worden, daß die Reihe nicht länger ist, als die Zeit zulässet, binnen welcher in die zu bewegenden Körper gewirket werden kan, nemlich ehe sie in Flug kommen *. Es sey die Reihe von Elastris = 9 und die Kugel B halb so groß als A. Weil sich die Elastra gegen beyde Seiten gleich stark ausbreiten; so stossen sie auch beyde Körper gleich stark, und ich setze ietzo, daß die Körper die stossende Kraft ganz anzunehmen fähig sind. Weil nun B halb so viel Masse hat, als A; so wird es dadurch in eine noch einmal so grosse Geschwindigkeit kommen § 111, n. 3. Folglich ist der gemeinschaftliche Mittelpunct der Schwere in C, welcher beständig in Ruhe bleibet. Man kan es auch aus dem vorigen begreiffen § 127, n. 20. Denn die ganze Reihe von Elastris kan als ein einiges angesehen werden, welches so viel Kraft hat, als in dieser Reihe alle zusammen. Daher wenn sich

* Vergl. Jo. Bernoulli opp. T. III p. 24, 249.

sich z. E. die Luft bey der Entzündung des Pulvers ausbreitet; so hat der Rückstoß des Gewehres viel geringere Geschwindigkeit, als die fortfliegende Kugel bekommt, weil das Gewehr viel mehr Masse als die Kugel hat.

§ 132.

Regeln von der zusammengesetzten Bewegung.

Wir kommen nun auf die zusammengesetzte Bewegung, d. i. auf diejenige, welche aus der Verknüpfung zweyer oder mehrerer bewegenden Kräfte, deren Directionslinien einen Winkel einschliessen, erwächset § 81. Der Grund, die Regeln derselben zu bestimmen, liegt in dem Metaphysischen Satze, daß widrige Ursachen nur einander verhindern, wiefern sie widrig sind, und daher einen Effect hervorbringen, wodurch beyden, so viel möglich, zugleich genug geschiehet, Metaphys. § 406. Um daraus nähere Regeln zu finden, muß man einen Unterschied machen zwischen einer solchen Bewegung, da ein Körper in Flug gebracht wird, und zwischen derjenigen, da er von den bewegenden Ursachen nur unmittelbar fortgestossen, oder fortgezogen wird. Nemlich 25) Wenn ein Körper von zwey bewegenden Kräften, deren Directionslinien einen Winkel einschliessen, zugleich gestossen wird; so erfolget die Bewegung allezeit in der Diagonallinie des Parallelogrammi, davon die

Hauptgrund derselben.

Was ferner dabey zu unterscheiden.

Wenn ein Körper von zwey bewegenden Kräften, die einen Winkel einschliessen, gestossen wird, so bewegt er sich

in der Diagonale des Parallelogrammi, davon die Directions-Linien der Kräfte die Seiten sind.

Directionslinien der bewegenden Kräfte die Seiten sind. Denn die bewegende Kraft A bestehet in einer Bemühung, den Körper C in der Richtung AE von der Linie BD zu entfernen (Tab. I fig. 4). Die Kraft aber, die in B stößt, bestehet in einer Bemühung, den Körper von der Linie AE in der Richtung BD zu entfernen. Es stelle CE und CD die Geschwindigkeiten der Kräfte vor; so ist klar, wenn man das Parallelogrammum DCEF zeichnet, daß die Bewegung in der Diagonallinie die einzige Möglichkeit ist, wodurch der Bemühung beyder bewegenden Kräfte so viel, als möglich, zugleich genug geschiehet. Denn gesetzt der Körper kommt in F, so ist er von der Linie AE um die Linie EF = CD entfernet, und hinwiederum von der Linie BD um die Linie DF = CE. Diese Entfernung war das einzige, wodurch beyden Kräften zugleich Gnüge geschehen konnte, und weil ieder Punct in der Diagonale die Stelle des Punctes F vertreten kan, wenn man die Seiten des Parallelogrammi proportionirlich vermindert; so ist die Bewegung in der Linie CF die einzige Möglichkeit, dem Bestreben beyder Kräfte genug zu thun.

Wie zu verfahren, wenn ein Körper in mehr als zwey Directions-Li-

Wenn daher ein Körper in mehr als zwey Directionslinien zugleich gestossen wird; und man will die Directionslinie wissen, nach welcher die Bewegung erfolgen wird, oder nach welcher das

zu

zu wenigstens die Bemühung da ist: so vergleiche man deren nur immer zwey und zwey mit einander, und nehme die Diagonallinie, welche sich zwischen den beyden ersten ergiebt, zu der einen Seite des Parallelogrammi, davon die Directionslinie der dritten Kraft die andere Seite wird. Z. E. wenn (Tab. I fig. 5) der Körper C zugleich in G, H und I gestossen wird; so thue man zuerst, als würde er nur in G und I gestossen, und zeichne das Parallelogrammum C L M K: So ergiebt sich die Diagonale C M, diese determiniret nebst der Directionslinie der dritten Kraft H O ein anderes Parallelogrammum C O N M, dessen Diagonale C N die wahre Direction der zusammengesetzten Bewegung ist, dazu der Körper C determiniret wird.

nien zugleich gestossen wird.

§ 133.

26) Wenn die Bewegung per ictum, d. i. also geschiehet, daß der Körper in Flug kommt; so gehet er durch die ganze Diagonallinie des Parallelogrammi, davon die Seiten die Geschwindigkeiten der zwey stossenden Kräfte vorstellen, welche man betrachtet: und daher wird alsdenn die Geschwindigkeit, mit welcher sich ein Körper beweget, welcher von zwey gleichen Kräften zugleich gestossen

Wenn der Körper in Flug gebracht wird; so gehet er durch die ganze Diagonale, und seine Geschwindigkeit wird grösser, als die Geschwindigkeit jeder von zwey

stossenden gleichen Kräften, so lange der Winkel unter 120 Grad ist.

gestossen wird, grösser, als die, mit welcher ihn iedwede Kraft einzeln beweget haben würde, so lange der Winkel, welchen die Directionslinien der Kräfte machen, unter 120 Grad ist. Denn da die Erfahrung einmal lehret, daß sich die Bewegungen fortsetzen, und die Körper bey einer gewissen Geschwindigkeit der Bewegung in Flug gebracht werden; ingleichen, daß die Geschwindigkeit vermehret wird, wenn bey der Bewegung per ictum eine stärkere Kraft, als zuvor, gegen einerley Masse wirket: so ist gar kein Grund vorhanden, warum mehr oder weniger, als die ganze Diagonallinie, durchwandert werden sollte. Es kan nicht mehr zurück gelegt werden; denn der äusserste Punct der Diagonale ist der einzige, darinnen beyden Kräften gänz, so viel möglich, und wiefern sie einander nicht zuwider sind, Genüge geschiehet: auch nicht weniger; denn sonst bliebe ein Theil der Ursache ohne allen Effect. Was den übrigen Theil des Vermögens anbetrifft; so hindert eine Kraft die andere. Denn wären ihre Directionslinien parallel; so hinderten sie einander gar nicht. Wären sie directe opponirt; so hielte eine die andere auf. Folglich hindern sie einander um so viel weniger, ie einen spitzigern Winkel ihre Directionslinien mit einander machen, und um so viel mehr, ie grösser der Winkel wird. So bald der Winkel

120 Grad ist; so bestehet das Parallelogrammum, welches die Directionslinien zwey gleicher Kräfte bestimmen, aus zwey gleichseitigen Triangeln. Daher ist die Diagonale einer Seite gleich. Folglich widerstehen alsdenn die Kräfte einander so sehr; daß die Geschwindigkeit, welche der Körper aus ihrer Verknüpfung haben solte, bis auf die Hälfte vermindert wird. Wird der Winkel noch grösser; so widerstehen sie einander noch mehr, wie denn auch die Diagonale immer kürzer wird.

§ 134.

Wiefern ein Körper durch zwey Kräfte nur unmittelbar fortgestossen oder gezogen wird; so kömmt es auf die mechanische Application an, ob er die ganze Diagonale zurücklegen kan, oder nicht.

Wenn aber 27) ein Körper durch zwey Kräfte nur unmittelbar fortgestossen oder fortgezogen wird; so kommt es auf die mechanische Application derselben an, ob er die ganze Diagonale soll durchwandern können, oder nicht. Denn die Bewegung desselben ist alsdenn ein bloß existentialischer Effect von der Bewegung anderer Körper. Z. E. wenn eine Kugel C durch einen zwiefachen Druck aus A und B unmittelbar fortgewälzet wird; so gehet sie durch die Linie C E, welche auf der Linie D F, welche zwischen den beyden äussersten Puncten der Directionslinien D C und C F gezogen wird, perpendicular stehet (Tab. I fig. 6). Sie durchwandert also nur ein Stück der Diagonallinie. Eben dieses geschiehet, wenn die Last durch zwey Seile in

in F C und D C gezogen wird, z. E. wenn ein Kahn in der Mitten des Strohms von zwey Personen, die an beyden Seiten des Ufers gehen, vermittelst eines Seiles gezogen würde. Nemlich der Kahn gehet auch in der Mitten, nur daß er die Linie E C hinter den ziehenden Körpern her beschreiben muß. Hingegen wenn man einen schweren Körper A an einem Faden aufhängt, und an dem Puncte, wo er aufgehängt ist C, mit dem Finger den Faden nach der Horizontallinie C B auf die Seite gegen B hin beweget; so paßiret der Körper durch die ganze Diagonallinie A B, indem der Faden nach und nach aus C in D u. s. w. über den Finger gezogen wird. (Tab. I fig. 7). Denn die mechanische Application leidet es nicht anders.

§. 135.

Das Vermögen der zusammengesetzten Bewegung ist niemals der Summe der Kräfte gleich, woraus sie zusammen gesetzt wird.

28) **Das Vermögen der zusammengesezten Bewegung ist niemals der Summe der Kräfte gleich, woraus sie zusammengesezet wird.** Denn die beyden Kräfte hindern einander selbst, indem ihre Directionslinien mit einem Winkel zusammen stossen. Daher kan das Vermögen der zusammengesetzten Bewegung nicht mehr, als dem Ueberschusse gleich seyn, welcher nach Abzug des partis aliquotae, um welchen die Kräfte einander aufheben, übrig bleibet. Z. E. wenn die Kugel

Kugel C in E durch eine andere ebenfalls zusammen gesetzte Bewegung aufgehalten werden soll; so ist zwar G E + E H gleich C D + C F. Allein weder das erste noch das andere paar Kräfte wenden ihre ganze Action gegen den Körper C an (Tab. I fig. 6): Sondern ein Theil ihres Effectes bestehet darinnen, daß sie wegen der Widrigkeit ihrer Richtung einander selbst widerstreiten, und sich zum Theil aufheben. Eben dieses ist auch zu merken, wenn einer zusammengesetzten Bewegung eine einfache directe entgegen gesetzt wird. Es brauchet nemlich dieselbe, um den zusammengesetzten Bewegungs-Nisum aufzuhalten, nur dem Vermögen desselben, nicht aber der Summe beyder Kräfte gleich zu seyn. Denn mit wie viel Action die Kräfte von widriger Richtung gegen einander selbst streiten, und einander aufheben; mit so viel kan gegen die Kraft, welche den Körper in Ruhe halten soll, nicht gewirket werden, daher es auch dieselbe nicht zu überwinden nöthig hat. Es brauchet also die widerstehende Kraft, welche eine zusammengesetzte Bewegung aufhält, wenn die Massen gleich sind, nur so viel Geschwindigkeit zu haben, als durch die Diagonale vorgestellet wird. Nemlich der Körper C, welcher durch 2 Kräfte A C und D C getrieben wird, kan durch die Kraft E C in Ruhe erhalten werden, wenn

E C

E C gleich der Diagonale B C ist (Tab. I fig. 8). Der Unterschied aber zwischen E C und A C + C D ist durch die Resistenz, welche die beyden Kräfte einander selbst thaten, aufgehoben worden. So bald also die Geschwindigkeit C E grösser wird als B C; so kommt der Körper C in Bewegung.

§. 136.

Man kan iede Bewegung nach Belieben als aus zweyen oder mehrern zusammengesetzt ansehen.

29) Man kan eine iedwede, auch einfache, Bewegung nach Belieben als eine aus zweyen oder mehrern zusammen gesetzte ansehen, und sie daher in etliche andere zergliedern. Denn das Vermögen einer bewegenden Kraft, die einmal da ist, wird dadurch im geringsten nicht verändert, sie sey durch die eine, oder durch die andere ihrer möglichen Entstehungsarten, zur Wirklichkeit gekommen. Das Vermögen einer zusammengesetzten Bewegung ist nach der Diagonale zu schätzen, durch welche die Bewegung binnen gewisser Zeit geschiehet. Daher kan eine iede bewegende Kraft, welche binnen eben der Zeit den Körper durch eine gleich grosse gerade Linie fortbringet, als eine solche angesehen werden, welche aus der Collision zweyer oder mehrerer Kräfte entstanden ist, weil sie jener gleich ist, und wirklich eben so hätte entstehen können. Es ist aber die Zergliederung der

Bewe-

Bewegungen zur Beqvemlichkeit im Demonstriren von grossem Nutzen.

§ 137.

Bey der schief ankommenden Bewegung elastischer Körper sind der Einfalls- und Zurückprallungs-Winkel einander gleich.

Wir können deswegen hiermit so gleich die Untersuchung von dem Zurückprallen der schief ankommenden Bewegung verbinden, weil man sich dieselbe gemeiniglich als eine zusammengesetzte vorzustellen pflegt. 30) **Wenn ein elastischer Körper gegen eine unbewegliche Fläche mit einem schiefen Winkel angetrieben wird; so prallet er von derselben dergestalt zurück, daß der Einfalls- und Zurückprallungs-Winkel einander gleich sind.** Denn (Tab. I fig. 9) wenn die elastische Kugel C mit der Direction B C an die Fläche D E angetrieben wird; so kan man sich die bewegende Kraft derselben vorstellen, als wäre sie aus der Collision zweyer anderer Kräfte entsprungen, deren Richtung und Geschwindigkeit die Linien B D und B A ausdrücken, und deren eine also auf die Fläche perpendicular gerichtet ist, die andere aber mit derselben parallel gehet. In dem Puncte des Anstosses C findet die perpendicular antreffende Kraft B D oder C A einen Widerstand, und muß wegen der Elasticität der Kugel in C A zurück gehen, oder, welches gleich viel ist, es ist eben so viel, als wenn in dem Berührungspuncte

die

die Kugel aus G einen Stoß bekäme, welcher so vermögend ist, als die durch B D vorgestellte Kraft war. Hingegen der Kraft B A = D C ist nicht widerstanden worden. Daher wirket sie nach dem Anstosse noch eben so wol fort. Es ist also beym Anstosse so viel, als würde der elastische Körper durch zwey Kräfte G C = D B = C A und D C = B A gestossen, daher die Bewegung in der Diagonale C F erfolgen muß. Es ist aber der Winkel D C B, dem Winkel F C E gleich, weil die Parallelogramma B D C A und C E F A einander gleich sind. Will man die wirkenden Ursachen noch höher abstrahiren; so liegen sie darinnen, daß die schiefe Bewegung gegen den Punct, wo sie anstößt, nicht mit ihrer ganzen Kraft wirken kan § 113, und der übrige Theil derselben, zu einer Bemühung bey der Fläche vorbey zu fliegen angewandt werden muß. Weil nun der Elasticität wegen auch derjenige Theil der bewegenden Kraft, womit gegen die Fläche agiret wurde, wiederum hergestellet wird; so entstehet in dem Berührungspuncte eine Collision zweyer bewegenden Kräfte, vermöge welcher der elastische Körper mit eben einem solchen Winkel abprallen muß, als wie er ankam. Es verstehet sich von sich selbst, daß dieser Effect nicht etwan durch eine andere zufällige Ursache verhindert werden muß. Daher

muß

muß der Körper entweder nicht schwer seyn, oder seine Schwere muß wenigstens in dem Puncte des Abprallens keinen merklichen Effect thun. Nach dieser Regel muß die Zurückprallung der schief einfallenden Lichtstrahlen erkläret werden. Daß aber ein directe einfallender Strahl in eben der Linie zurück gehet, ist schon § 121 bestimmet.

§ 138.

Alle krummlinichte Bewegung der Materie ist eine zusammengesetzte, und entstehet aus der Collision etlicher geradelinichten.

31) Alle Bewegung der Materie, welche in krummen Linien geschiehet, ist eine zusammengesetzte, und muß aus der Collision wenigstens zweyer Bewegungen, deren Direction geradelinicht war, hergeleitet werden. Denn da wir iezt nicht von einer Bewegung endlicher Geister reden, da sie ihre Substanz aus einer innerlichen Thätigkeit nach Ideen bewegen, und daher auch ihre Direction so, wie es die Idee erfordert, verändern können; sondern von der Bewegung der Materie: so muß die Veränderung ihrer Direction allezeit eine zureichende Ursache ausser ihrer bewegenden Kraft haben. Denn eine iede kleineste Bewegung geschiehet in gerader Linie, Metaphys. § 410. Eine krummlinichte Bewegung aber ist nichts anders, als eine beständige Abweichung von der geraden Linie unter einem Winkel, welcher unsern Sinnen nicht mehr mercklich wird. Nun

mag man sich die Bewegung eines Körpers, oder materialien Theilgens, entweder als eine ursprüngliche vorstellen § 83; so ist kein Grund vorhanden, warum sie ohne eine neue Ursache ihre Direction ändern sollte: oder sie mag eine mitgetheilte seyn; so muß sie der Direction der anstossenden Ursache folgen, und ihre Richtung kan ohne eine neue Ursache nicht geändert werden § 93. In beyden Fällen wird daher zur Aenderung der Direction eine Collision mehrerer bewegenden Kräfte erfordert.

§ 139.

Was die Central-Kräfte, Vis centripeta und centrifuga heissen.

Wenn daher die krumme Linie, darinnen die Bewegung geschichet, nach einer bestimmten Regel wiederum in sich selbst läuft; so muß man sich zwey Kräfte vorstellen, wodurch sie verursachet wird, die eine, welche den Körper beständig nach einem bestimmten Puncte, z. E. nach dem Mittelpuncte, zutreibet, und Vis centripeta genennet wird, und die andere, welche ihn beständig von eben demselben Puncte zu entfernen in Bemühung ist, welche Vis centrifuga heisset. Diese beyden Kräfte nennet man daher die Central-Kräfte. Wenn auch in der Natur mehrere bewegende Kräfte zu dergleichen krummlinichten Bewegung etwas beytragen; so gilt ihr Effect wenigstens einer bestimmten Vi centrifugae & centripetae gleich.

Nach-

Nachdem nun die Vis centripeta und centrifuga dieses oder jenes Verhältniß gegen einander haben, nachdem wird auch die krumme Linie, darinnen die Bewegung geschiehet, anders bestimmet, davon die specialere Untersuchung in die Mathematik gehöret. Man kan sich die Centralkräfte durch das Schwingen einer Kugel, die an einem Faden hängt, erläutern. Die Festigkeit des Fadens machet die Vim centripetam aus, wodurch die Kugel stets zurückgezogen wird. In iedem Puncte des Cirkels aber, welchen sie beym Schwingen beschreibet, hat sie eine Bemühung in der tangente fortzufliegen, darinnen sie sich auch wirklich beweget, wenn der Faden abgeschnitten wird. Diese ist die Vis centrifuga. Der Cirkel aber wird durch lauter kleine Diagonalen beschrieben, welche die Collision dieser zwey Kräfte determiniret. Z. E. binnen der Zeit, da die Vis centrifuga den Körper in B forttreiben sollte, wird er durch die Vim centripetam, weil der Radius sich stets gleich bleiben muß, um die Linie B C herunter gezogen. Die Bewegung geschiehet also durch die Diagonale A C. Eben so geschieht sie durch die Diagonale C D, in dem die Vis centrifuga den Körper in der tangente C E forttreiben sollte, und die Vis centripeta ihn um die Linie E D herunterzugehen nöthiget, und so immer weiter

S 2 (Tab.

(Tab. I fig. 10). So bald also das Verhältniß zwischen der Vi centripeta und centrifuga verändert wird; so wird auch die krumme Linie, die der Körper beschreiben muß, anders, weil die Diagonalen von der tangente mit andern Winkeln abweichen. Z. E. wenn man, indem man den Körper an einem Faden schwinget, die Hand selbst beweget, als wie beym Schleudern geschieht. Die Vis centrifuga aber kan niemals eine andere Direction haben, als in der tangente. In derselben flieget auch der Stein aus der Schleuder, und der mit der Schleuder treffen will, muß nur genau zu beurtheilen wissen, welche tangens auf das Ziel zugehet. Eben daher kommt es auch, daß der Faden, daran man einen Körper schwinget, gerade bleibet. Wenn demnach ein Körper, der sich selbst in einer krummen Linie beweget, einen andern, der mit ihm ein Continuum ausmachet, mit nimmt; so verursachet er in diesem so gleich auch eine Vim centrifugam, weil die krummlinichte Bewegung nicht anders, als durch beständige Bemühung in der tangente fortzufliegen, geschehen konte. So bald deswegen diese Vis centrifuga grösser wird, als die Kraft, wodurch der Körper an dem andern erhalten wurde; so sondert er sich von ihm ab. Man kan solches, wenn ein Wagen fährt, an der Erde wahrnehmen, welche sich an den Rädern anhängt.

§ 140.

§ 140.

Die Betrachtung der Centralkräfte, und überhaupt die zusammengesetzte Bewegung, ist in der Naturlehre von sehr grossem Nutzen, und kommt allenthalben vor. Weil die Schwere der Körper die allgemeineste Kraft ist, welche sich den Bewegungen der Körper in einer ieden andern Direction widersetzet, und eine aus Centralkräften zusammengesetzte Bewegung determiniret; so wollen wir, um die Folgen davon deutlich einzusehen, zuvörderst die Regel, nach welcher die Schwere einen fallenden Körper beweget, bemerken, ob es wohl ietzt noch nicht Zeit ist, nach der physikalischen Ursache der Schwere selbst zu fragen. 32) **Die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers, wiefern er frey und ohne Hinderniß fällt, nimmt in allen Zeitpuncten so zu, wie die ungeraden Zahlen, 1, 3, 5, 7, 9, u. s. w. so lange, bis er endlich seine höchst mögliche Geschwindigkeit erlanget, und daher verhalten sich die Räume, welche er zurückleget, wie die Qvadrate der Zeiten.** Diese Regel hat die Erfahrung gelehret *. Es ist zu merken, daß, wie die im leeren Raume angestellten Versuche lehren,

Regel von der zunehmenden Geschwindigkeit fallender Körper.

Die Geschwindigkeit der fallenden Körper nimmt zu, wie die ungeraden Zahlen, und die zurückgelegten Räume verhalten sich, wie die Qvadrate der Zeiten, bis der Körper zuletzt seine höchst mögliche Geschwindigkeit erlanget.

* Nolet phys. exper. Tom. II p. 161 &c. 156 Marquise du Châtelet instit. phys. § 329 &c.

ren, die Schwere an sich selbst in allen Körpern einerley Geschwindigkeit hat, und es nur an dem Widerstande der Luft oder anderer Materien lieget, daß die Körper von leichterer Art mehr Zeit brauchen, ehe sie von einer gewissen Höhe herunter fallen, als die Körper von schwererer Art. Es fällt aber ein schwerer Körper, wiefern er nicht merklich gehindert wird, in der ersten Secunde durch 15 Pariser Fuß, in der andern dreymal so weit durch 45 Fuß. In der dritten fünfmal so weit durch 75 Fuß u. s. w. Er fällt also in zwey Secunden durch 60 Fuß, das ist, viermal so weit, als in einer Secunde. 4 aber ist das Qvadrat von 2, als der Anzahl der Zeiten, binnen welchen er gefallen ist. In drey Secunden ist er demnach durch 135 Fuß, das ist, neunmal so weit, als in einer, gefallen. 9 aber ist von der Zahl der Zeiten 3 das Qvadrat. u. s. w. Hieraus verstehet man auch so gleich, daß mithin das Vermögen desselben gegen einen Körper, auf den er auffällt, beständig zunimmt, weil eine geschwindere Bewegung mehr als eine langsamere vermag § 89. Z. E. ein Stein, welcher wenig vermag, wenn er aus einer kleinen Höhe fällt, vermag sehr viel, wenn er hoch herunter fällt. Ein zerbrechlich Gefäß, welches bey dem Fallen aus einer kleinen Höhe noch ganz bleibet, zerbricht, wenn es höher herunter fällt.

Daher auch das Vermögen der fallenden Körper zunimmt.

fällt. Denn im letztern Falle ist die Reaction stärker, weil sie der Action gleich seyn muß, wodurch denn der Zusammenhang der Theile getrennet wird, wenn er schwächer ist, als das Vermögen des fallenden Körpers in dem Puncte des Anstosses war.

§ 141.

Beweis, daß unter den gesetzten Bedingungen sich die zurückgelegten Räume wie die Quadrate der Zeiten verhalten.

Daß die zurückgelegten Räume sich bey den gesetzten Umständen, wie die Quadrate der Zeiten verhalten, folget aus der Natur der Grössen, welche es so mit sich bringet, daß die Quadrate der Zahlen ordentlich nach einander entstehen, wenn man die Glieder einer arithmetischen Progreßion, die von eins anfängt, und da der Unterschied beständig 2 ist, zusammen addiret. Die Addition giebt hier allezeit das Quadrat der Zahl, welche ausdrücket, wie viel Glieder der Progreßion nach einander da gewesen sind. Der Grund liegt darinnen, daß in einer arithmetischen Progreßion allezeit das mittlere Glied die mittlere Grösse ist, wenn die Anzahl der Glieder ungerade ist; und hingegen wenn die Anzahl der Glieder gerade ist, die halbe Summe, der beyden mittelsten Glieder die mittlere Grösse ausmachet. Denn daraus folget vorerst, daß die Summe von 1 + 3 das Quadrat von 2 ist. Denn 2 wird darinnen zweymal gesetzet. Man lasse darauf die Progreßion mit der Differenz 2

fortlauffen, so ist die Summe der 3 ersten Glieder das Qvadrat von 3. Denn dreye ist die mittlere Grösse, und die Anzahl der Glieder ist auch 3. So gehet es beständig fort. So oft die Anzahl der Glieder ungerade ist, so ist klar, daß die Summe derselben das Qvadrat des mittlern ausmachet. Denn dieses ist die mittlere Grösse, und wird so viel mal gesetzet, als es Einheiten hat, weil die Anzahl der Glieder der Progreßion ihm gleich ist. So oft aber die Zahl der Glieder gerade ist, so kommt durch die Addition aller Glieder das Qvadrat der halben Summe der beyden mittlern Glieder heraus; folglich das Qvadrat derjenigen geraden Zahl, welche in der Reihe der Zahlen zwischen zwey ungeraden stehet. Demnach entstehen auf diesem Wege die Qvadrate aller Zahlen ordentlich nach einander z. E. $1 + 3 = 4$, $1 + 3 + 5 = 9$, $1 + 3 + 5 + 7 = 16$, u. s. w.

§. 142.

Was die physikalische Ursache von der zunehmenden Geschwindigkeit bey fallenden Körpern ist.

Nun ist aber die Frage, was von der zunehmenden Geschwindigkeit der fallenden Körper die physikalische Ursache ist. Diese zu entdecken, müssen wir das, was bey der Sache vorkommt, genau unterscheiden. Man bemercke also, daß ein schwerer Körper, indem er fällt, und wiefern man den Widerstand andrer Materien ietzo nicht mitrechnet, seiner Bewegung

durch

durch nichts widersteht. Denn die Inertia metaphysica desselben § 86 ist vor nichts zu achten, weil sie uns niemals merklich wird. Ferner ist durch Versuche ausgemacht, daß der Nisus der Schwere in allen Körpern einerley Geschwindigkeit hat, daher die Schwere an sich betrachtet, als eine Kraft anzusehen ist, welche in gleichen Zeiten gleich viel Effect hervorbringet. Endlich ist aus andern Gründen bekannt, daß eine angefangene Bewegung sich entweder beständig, oder wenigstens länger, als wir wahrnehmen können, fortsetzen muß, wenn ihr durch nichts widerstritten wird; ingleichen, daß wenn bey Körpern, die im Flug sind, die Masse einerley bleibt, und die bewegende Kraft ihrer Grösse nach auf irgend eine Weise zunimmt, dadurch eine geschwindere Bewegung determiniret wird § 111. In diesen Gründen muß die physikalische Ursache der zunehmenden Geschwindigkeit bey fallenden Körpern anzutreffen seyn, welches man sich also vorstellen kan. Wenn die Ursache der Schwere einen Körper in einem kleinesten Zeitpuncte, d. i. in einem solchen, der so klein ist, daß ihre Action einmal geschehen kan, durch einen gewissen Raum bewegt; so wird die entstandene lebendige Bewegungskraft ihn in dem nächstfolgenden kleinesten Zeitpuncte eben so weit treiben, gesetzt auch, daß die Schwere zu

wirken aufhörte. Dieses letztere geschieht aber nicht. Weil sich demnach in dem nächstfolgenden kleinesten Zeitpuncte zwey gleiche Ursachen verbinden; so geschieht die Bewegung zweymal so weit, als in dem ersten. Man urtheile in dem dritten kleinesten Zeitpuncte auf gleiche Weise. Die schon verdoppelte Bewegung in dem andern Zeitpuncte würde den Körper in dem dritten eben so weit, als in dem andern, treiben, wenn gleich die Ursache der Schwere nun zu wirken aufhörte. Da sie aber fortwirkt, geht der Körper dreymal so weit, das ist durch drey kleinste Theile des Raumes. Die nun vorhandene Bewegung bringt in dem vierten Zeitpuncte einen ihr gleichen Effect hervor, und die Schwere verbindet sich damit, und determinirt ebenfalls so viel Bewegung, als sie in dem ersten Zeitpuncte vermochte, da sie noch allein wirkete. Auf gleiche Weise bringt die Bewegung, die in einem ieden kleinsten Zeitpuncte geschahe, allezeit in dem nächstfolgenden einen ihr selbst gleichen Effect hervor, vermöge des Gesetzes, daß sich eine angefangene Bewegung fortsetzet, wiefern ihr nicht widerstritten wird. Die Schwere aber setzet allezeit einen gleichförmigen Zusatz hinzu, und setzet dadurch die bewegende Kraft selbst in den Stand, daß sie in dem nun folgenden Zeitpuncte sich mit noch einem Grade des Wachsthums

ihrer

ihrer Geschwindigkeit fortsetzet, wodurch also die Bewegung, so lange es nicht neue Gründe verhindern, beständig beschleuniget wird. Wenn aber der Körper zuletzt irgend eine höchstmögliche Geschwindigkeit erlanget, welche nicht mehr zunimmt, und wenn auch vor derselben das Wachsthum der Geschwindigkeit zunächst nicht mehr so groß, als vorher, ist; so muß solches an der Receptivität desselbigen liegen. Der Widerstand der Luft und anderer subtilen Materien ist ohne Zweifel in den Körpern, damit man die Versuche anstellen kan, die Ursache davon. Denn ie geschwinder die Luft ausweichen muß, desto mehr widersteht sie. Ob nun gleich solches vom Anfange ihrer Flüßigkeit wegen, so wenig beträgt, daß es uns nicht merklich wird, und deswegen nicht zu rechnen ist; so muß solches doch in irgend einer Vermehrung etwas ansehnliches betragen, und die Receptivität des Körpers einschränken, welcher im leeren Raume oder in gar nicht widerstehender Materie seine Geschwindigkeit noch vielmehr zu vermehren ohne Zweifel fähig gewesen wäre, wiewohl seine Kraft auch alsdenn doch irgendwo, weil sie endlich ist, ihren gemeßenen höchstmöglichen Effect haben muß. Daß die fallenden Körper irgendwo dergleichen höchstmögliche Geschwindigkeit erlangen, oder sich derselben nähern, ist schon daraus abzuneh-

zunehmen, weil sonst die Regentropfen und Hegelkörner, da sie so hoch herunter fallen, ihrer Geschwindigkeit wegen eine fürchterliche Gewalt bekommen würden *. Die Geschwindigkeit anderer schwerer Körper, die mehr Masse haben, würde zwar von der Regel später abweichen, weil der Widerstand der Luft in Ansehung derselben nicht so viel austrägt. Allein würde es ihnen nicht irgendwo eben so ergehen müssen? Es soll gleich weiter gezeiget werden, daß aus den angegebenen Gründen ein solches Wachsthum erfolget, wie die obige Regel bestimmet. Unterdessen da diese physikalischen Gründe allgemein sind; so will ich sogleich erinnern, daß man auch die Regel allgemeiner also abfassen kan:

Allgemeinere Abfassung der Regel.

Wenn die Bewegung eines Körpers in allen gleichen Zeitpuncten, durch eine gleichförmig fortwirkende Ursache unterhalten wird; und er selbst seiner Bewegung nicht widerstehet: so nimmt seine Bewegung immer zu, so daß die Räume, die er in gleichen Zeiten durchläufft, wie die ungeraden Zahlen wachsen, und folglich die Räume, die er in ungleichen Zeiten durchlauffen, sich wie die Qvadrate der Zeiten verhalten. Nur muß dasjenige, was seiner Geschwindigkeit durch

* Vergl. Nolet phys. exp. T. II p. 171. du Châtelet Instit. phys. § 332 &c.

durch den Widerstand anderer Körper z. E. der Luft abgeht, besonders gerechnet werden.

§ 143.

Ausführung des Beweises, daß sich die zurückgelegten Räume wie die Quadrate der Zeiten verhalten, und die Geschwindigkeit wächset, wie die ungeraden Zahlen.

Die angegebene Determination der Grösse nun, daß die Geschwindigkeit unter den gesetzten Bedingungen just so vermehrt wird, daß sich die zurückgelegten Räume wie die Quadrate der Zeiten verhalten, kan man sich in Ansehung der kleinesten Zeitpuncte durch folgende Demonstration begreifflich machen *; und so bald solches als richtig erwiesen ist, kan man hernach die aus der Natur der Größen erfolgende gleichgültige Bestimmung bey Versuchen an deren Stelle setzen, nemlich daß die Räume, welche in merklichen Zeiten durchlauffen werden, wie die ungeraden Zahlen zunehmen, indem uns die kleinesten Theile der Zeit nicht merklich sind. Man zeichne einen rechtwincklichten Triangel, (Tab. I fig. 11), da die eine Seite die Zeit der Bewegung bezeichnet. Denn da die Bewegung aus einem Puncte in den andern geschieht, und iedesmal ein kleiner Theil der Zeit dazu erfordert wird; so kan man die Zeit selbst sich unter einer solchen Linie vorstellen, eben so, wie der Zeiger an einer Uhr binnen einer Zeit um eine gewisse Linie, die er mit seiner Spitze beschreibt, fort-

* Vergl. Hrn. D. Joh. Andr. Segners Einleit. in die Naturlehre § 411 rc.

fortgehet. Man theile die Linie in beliebige gleiche Theile, welche die kleinesten Zeitpuncte vorstellen, und ziehe aus iedem mit der Grundlinie eine Parallele, welche vermöge des vorigen § 142 geschickt ist, die Geschwindigkeit, welche der Körper in einem Zeitpuncte hat, vorzustellen. Es stelle A G die Zeit, und AB, BC, CD &c. undenklich kleine Theile derselben vor, Bb stelle die Geschwindigkeit vor, welche der fallende Körper in dem Zeitpuncte A B erlanget hat. Es ist zur Demonstration am beqvemsten, wenn man Bb der A B gleich machet. Weil die Geschwindigkeit in iedem Zeitpuncte, vermöge des Gesetzes von der Fortsetzung der schon angefangenen Bewegung zunimmt, und zwar so, daß zu der Kraft, die der Körper in dem vorhergehenden kleinsten Theile der Zeit hatte, die Schwere in allen Zeitpuncten ihren Antheil auf einerley Art, in unserm Falle = Bb hinzusetzet; so stellet Cc die Geschwindigkeit vor, die der fallende Körper in dem andern Zeitpuncte hat. Es ist aber Cc = AC zweymal so groß, als Bb. Weil ferner ieder von den ietzt wirksamen 2 Graden der Kraft in dem dritten Zeitpuncte einen ihm gleichen Effect determiniret, und die Ursache der Schwere in iedem Zeitpuncte auch einmal wie das andere fortwirket; so wird die Geschwindigkeit die der Körper in dem dritten kleinesten Zeit-

puncte

puncte hat, durch die Linie Dd vorgestellet, welche dreymal so groß als Bb ist. Weil diese wiederum einen ihr gleichen Effect nach der Regel von der Fortwährung der angefangenen Bewegung in dem folgenden Zeitpuncte hervorbringet, und die Ursache der Schwere auch fortwircket; so wird die Geschwindigkeit des Körpers in dem vierten Zeitpuncte durch die Linie Ee vorgestellet, welche viermal so groß als Bb ist. Und so stellet iede von den Parallellinien, die man mit der Grundlinie Gg ziehet, und welche, weil die Triangel einander alle ähnlich werden, iedesmal dem durch sie abgeschnittenen Stücke der A G gleich sind, die Geschwindigkeit vor, welche der fallende Körper in dem nächsten Zeitpuncte gehabt hat. Es bestehet demnach die Summe des Raumes, welchen der fallende Körper in der Zeit A G zurückgeleget hat, in der Summe aller der Parallellinien Gg, Ff, Ee u. s. w. das ist, weil AB, BC &c. undencklich klein angenommen werden, in dem Inhalte des Dreyecks AGg. Gleichermaßen bestehet die Summe des zurückgelegten Raumes in einer andern Zeit, z. E. AE, in dem Innhalte des Dreyeckes AEe. Weil nun diese Triangel die Hälften von den Qvadraten A G und AE sind; so verhalten sie sich selbst, wie die Qvadrate A G und AE. Folglich verhalten sich die Räume, welche bey fallenden

lenden Körpern, oder überhaupt bey solchen Bewegungen, die der Bewegung jener gleich gelten, und gleichförmig zunehmen, zurückgeleget werden, wie die Quadrate der Zeiten. Daraus folget demnach auch vermöge der Natur der Grössen, daß die Vermehrung in Abtheilungen der Zeit, die man nach Belieben annimmt, eben so wächset, wie die ungeraden Zahlen § 141. Dieses letztere ist auch nur dasjenige, was uns durch Versuche sinnlich werden kan, weil wir die kleinsten Theile des Raumes, darinnen die Bewegung vor gleichförmig zu achten war, nicht wahrnehmen können.

§ 144.

Wie die Bewegung der fallenden Körper beschleuniget wird, in eben der Proportion wird die Bewegung der aufsteigenden verzögert.

33) Wie die Bewegung der fallenden Körper beschleuniget wird, in eben der Proportion wird hingegen die Bewegung der Körper, indem sie der Direction der Schwere zuwider aufsteigen, verzögert und langsamer gemacht, wiefern man auf diejenige Retardation bloß Acht hat, welche von der Schwere herkommt, und den übrigen Widerstand nicht in Betrachtung ziehet, d. i. indem der Körper bis zu einer gewissen Erhöhung gestiegen ist, so haben die Räume, die er in gleichen Zeiten durchwandert hat, so wie die ungeraden Zahlen abgenommen. Z. E. er steiget durch 16 Räume in 4 Zeiten; so erhebt er sich in der ersten durch 7,

in

in der andern durch 5, in der dritten durch 3, in der vierten durch 1 Raum. Man kan diese Regel eben so, wie die vorige § 142, auch allgemeiner machen, und sagen: wenn die Bewegung eines Körpers beständig einen gleichförmigen Widerstand hat; so nehmen die Räume, die in gleichen Zeiten durchstrichen werden, so ab, wie die ungeraden Zahlen. Der Beweis der vorigen Regel lässet sich hier völlig wiederum anwenden. Denn man kan iede Bewegungskraft so ansehen, als wäre sie durch eine Beschleunigung nach Art der fallenden Körper entstanden, daher sie in eben der Proportion vermindert wird. Deutlicher kan man es also begreiffen. Die Schwere hebt in iedem kleinsten Zeitpuncte einen partem aliquotam der bewegenden Kraft auf. Dieser fehlet am Ende des ersten Zeitpunctes an ihrer Grösse; wodurch also die Geschwindigkeit etwas vermindert wird. Weil nun in dem andern Zeitpuncte die Schwere eben dergleichen partem aliquotam wiederum aufhebt; so fehlen am Ende desselben zwey dergleichen partes aliquotae, welche die Geschwindigkeit sollten befördern helfen, am Ende des dritten drey u. s. w. Folglich verhält sich der Effect der Retardation in ungleichen Bewegungen wie die Qvadrate der Zeiten, und deswegen nehmen auch die Räume, welche

Allgemeinere Abfassung der Regel.

zurückgeleget werden, so ab, wie die ungeraden Zahlen § 143. Z. E. wenn ein perpendicular in die Höhe geschlagener Ball, so viel Kraft hat, daß er ohne Schwere in einer Secunde durch 60′ steigen kan, welche Bewegung er auch so fortsetzen würde, wenn nichts widerstünde; so steiget er, da er schwer ist, in der ersten Secunde nur durch 45′, weil er binnen so viel Zeit durch 15′ vermöge seiner Schwere fallen müßte, welche demnach abgehen. Weil nun der Effect der Retardation in der andern Secunde dreyfach ist; so steiget er darinnen nur noch um 15 Fuß. Hernach kan er gar nicht weiter steigen, weil der Effect der Retardation in der dritten Secunde, seine bewegende Kraft übersteiget, indem jener eine Bewegung durch 75′ aufzuheben geschickt wird. Ein steigender Körper hat also am Ende der andern Secunde 4 mal so viel von seiner Kraft verloren, als am Ende der ersten, am Ende der dritten 9 mal so viel u. s. w. Doch muß, wie schon erinnert worden, von der Resistenz anderer Materien dabey abstrahirt werden, welche die Retardation noch mehr vergrössert, daher z. E. eine elastische Kugel, welche gegen eine feste Fläche fällt, nicht völlig so hoch wiederum steiget, als sie gefallen ist, wie sonst vermöge ihrer Elasticität geschehen müßte, als durch welche sie beym Anstosse das gantze Vermögen

wie-

wiederbekommt, welches sie vor demselben hatte § 121.

§ 145.

Die Bewegung der Körper auf einer schiefen Fläche geschiehet nach den Gesetzen der fallenden Körper, und binnen der Zeit, da der Körper frey durch den Diameter gefallen wäre, durchwandert er jede Chorde des Cirkels.

34) Wenn ein schwerer Körper auf einer schief liegenden Fläche bewegt wird, d. i. auf einer solchen, welche mit der Horizontallinie einen spitzigen Winkel machet; so nimmt seine Geschwindigkeit ebenfalls nach dem Gesetze der fallenden Körper zu, dergestalt, daß er in der andern Zeit dreymal so weit als in der ersten, in der dritten fünfmal so weit u. s. w. fort rollet § 140, und zwar so, daß, wenn man die Linie A B, (Tab. I fig. 12), durch welche der Körper binnen einer gegebenen Zeit frey gefallen seyn würde, als den Diameter eines Cirkels ansiehet, der Körper auf der schiefliegenden Fläche binnen eben der Zeit eine Chorde desselben Cirkels zurückleget, z. E. A C oder A D, und daß er alle Chorden in gleichen Zeiten zurückleget. Die Erfahrung bestätiget dieses *. Der Grund davon ist folgender. Weil die Direction der Schwere in der Kugel bey A auf die Horizontallinie perpendicular gerichtet ist, und doch die Fläche schief lieget; so behält der Körper, indem er sie berührt, eine Bemühung zu einer Bewegung auf die Seite § 113, 137, welche daher in wirkliche Be-

* Nolet phys. experim. Tom. II p. 176 &c.

wegung ausbricht, weil sie daselbst keinen Widerstand findet, wie gesetzt wird. Ferner könnte aus der Schwere des Körpers keine Bewegung entstehen, die mit dem Horizonte einen spitzigen Winkel machte, wenn nicht der Direction der Schwere durch etwas widerstanden würde, dergleichen in unserm Falle die Undurchdringlichkeit der Fläche ist. In andern Fällen kommt etwas gleichgültiges an deren Stelle, wie wir bald an den Penduln finden werden. Dieser Widerstand aber muß so groß seyn, als die Action der Schwere gegen das widerstehende ist § 88, und er ist gegen den Stoß des Körpers an die schief liegende Fläche rechtwinklicht gerichtet, weil die Kugel nicht anders anstossen kan, und auch bey andern Körpern die Figur nichts verändert, weil es so viel ist, als wenn ihre Schwere im Mittelpuncte der Schwere beysammen wäre, und der Stoß vermittelst einer auf die Fläche rechtwinklicht gerichteten geraden und unbiegsamen Linie geschähe. Folglich ist es so viel, als würde der Körper durch 2 Kräfte zugleich gestossen, deren Directionslinien ein Parallelogrammum determiniren, davon der Weg, den der Körper auf der schiefliegenden Fläche nimmt, die Diagonallinie ist. Ob nun wol dem Vermögen der bewegenden Kraft, damit der Körper frey vermöge seiner Schwere fallen würde, durch den Anstoß an die Fläche,

Fläche, oder überhaupt durch die Hinderniß des Fallens, etwas abgehet, daher auch die Bewegung durch eine kürzere Linie erfolget; so geschieht doch diese Verminderung beständig auf einerley Art, und wie die Geschwindigkeit des fallenden Körpers zunimmt, so nimmt auch die Action gegen die Fläche, und also auch deren Reaction zu, wodurch der bewegenden Kraft in iedem Zeitpuncte in einerley Proportion ein pars aliquota ihres iedesmahligen Vermögens, z. E. die Hälfte oder ein Drittheil, abgehet. Mithin behalten die übrigen nicht verhinderten Theile derselben auch eben dasselbe geometrische Verhältniß, welches sie haben würden, wenn der Körper ganz frey fiele. Folglich nimmt die Linie, welche der Körper auf der schiefliegenden Fläche zurückleget, in gleichen Zeiten so zu, wie die ungeraden Zahlen, und die zurückgelegten Räume verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten. Z. E. indem sich der Körper aus a in g beweget (Tab. I fig. 13); so gehet er in der ersten Zeit bis in b, in der andern dreymal so weit bis in e, in der dritten fünfmal so weit bis in g, und in eben der Proportion nähert er sich dem Mittelpuncte, dahin die Schwere strebet, um die Linien ac, cd, df, weil die Triangel acb, ade, afg ähnlich sind, nur daß die Annäherung nicht um einen so grossen Raum geschieht, als geschehen seyn würde, wenn er frey gefallen wäre. End-

lich daß der Körper auf der schiefliegenden Fläche binnen eben der Zeit durch eine Chorde des Cirkels gehet, davon die Linie, um welche er binnen der Zeit frey herunter gefallen wäre, der Diameter ist, folget aus der Natur der zusammengesetzten Bewegung. Denn weil die widerstehende Kraft an der schiefliegenden Fläche rechtwinklicht gedacht werden muß, z. E. unter dem Winkel BCA ≈ EAC oder BDA ≈ FAD (Tab. I fig. 12); die Bewegung selbst aber, die auf der Fläche geschiehet, durch die Diagonallinie eines Parallelogrammi gehen muß: so machet die Directionslinie der Bewegung AC oder AD mit der Directionslinie des Widerstandes BC oder BD allezeit einen rechten Winkel, dessen Schenkel auf dem Diameter stehen, und dessen Spitze also an der Peripherie des Cirkels stehet. Folglich ist die Linie, durch welche die Bewegung geschiehet, AC oder AD eine Chorde, welche länger oder kürzer wird, nachdem die schiefliegende Fläche AG oder AH mit dem Horizonte einen kleinern oder grössern Winkel machet. Nemlich im erstern Falle ist sie kleiner, im letztern grösser, weil im erstern Falle der Direction der Schwere mehr widerstanden wird.

§ 146.

Von der parabolischen Bewegung

Wenn man die bisher § 140 ꝛc. erklärten Regeln von der Beschleunigung der Bewe-

Bewegung beym Fallen, und der Verzögerung derselben beym Steigen der Körper mit den Gesetzen von der zusammengesetzten Bewegung § 132 rc. zusammen nimmt; so kan man daraus die parabolische Bewegung der geworfenen Körper begreiffen.

geworfener Körper.

35) Wenn ein schwerer Körper durch eine bewegende Kraft in Flug gebracht wird, dergestalt, daß er zu einer horizontalen oder schräge aufsteigenden Bewegung determinirt wird; so beschreibet er eine krumme Linie. In der Mathematik wird davon erwiesen, daß sie eine Parabel, oder ein Stück davon ist, welches zu verstehen ist, wiefern solches nicht durch den Widerstand der Luft und andere Hindernisse verhindert wird. Die tägliche Erfahrung lehret dieses *, und der Grund liegt in der Collision der imprimirten bewegenden Kraft mit der Schwere. Denn wenn der Körper (Tab. I fig. 14) in einer horizontalen Bewegung binnen 3 Zeiten aus A in B fliegen soll, und in der ersten würde er vermöge seiner Schwere um die Linie a, gefallen seyn; so bewegt er sich durch Diagonale Aa. In der andern Zeit muß er vermöge seiner Schwere dreymal

Ein horizontal oder schräge aufwärts geworfener Körper beschreibet eine krumme Linie,

welche eine Parabel oder ein Stück davon ist.

* Nolet phys. exper. Tom. II p. 26 - 37, 212 - 222. Gravesande Phys. elem. math. Lib. I. C. 22 T. I p. 143 &c.

mal so weit fallen. Er folget also der Diagonale a b, gleichwie in der dritten Zeit der Diagonale b C, weil er binnen derselben vermöge seiner Schwere fünfmal so weit fallen muß. Es determiniren aber die Puncte A a b c ein Stück einer Parabel. In denenjenigen Horizontalbewegungen, wo man solches mit den Augen nicht wahrnehmen kan, z. E. bey der Bewegung einer Flintenkugel, liegt es daran, daß die Bewegung so geschwind ist, daß die Linie, um welche der Körper binnen derselben Zeit vermöge seiner Schwere gefallen seyn würde, nichts merkliches austrägt. Ferner wenn der Körper schräge aufwärts geworfen wird, z. E. in der Direction C b; so beschreibt er die erste Hälfte der Parabel, so lange er steiget § 144. Hernach ist ihm, weil seine Bewegung aus einer horizontalen und perpendicularen zusammengesetzt war, nur noch die horizontale übrig, vermöge welcher er, wenn es nicht andere Ursachen hindern, die andere Hälfte der Parabel, auf die beschriebene Weise im Niedersteigen beschreiben muß. Weil es nun einerley ist, ob der Körper schräge geworfen wird, oder ob er perpendicular in die Höhe getrieben wird, und zu gleicher Zeit einen Impulsum zu einer horizontalen Bewegung hat; so beschreibet auch ein Körper eine Parabel, wenn er von einer horizontal bewegten Fläche, mit welcher er zuvor

Daher verwandelt sich auch die perpendiculare Bewegung in eine parabolische, wenn der Körper zugleich einen Impulsum

zuvor ein Continuum machete, und also auch den Impulsum der Horizontalbewegung mit ihr gemein hatte, perpendicular in die Höhe geworfen wird: und wenn sich die Fläche selbst unterdessen in eben der Direction und Geschwindigkeit fortbeweget; so fällt er auf eben den Punct derselben herunter. Dergleichen geschiehet, wenn ein Ball auf dem Schiffe an dem Mastbaume in die Höhe geworfen wird. Er fällt an demselben wieder herunter, ob wol das Schiff fortgehet, daher es denen auf dem Schiffe befindlichen vorkömmt, als ob seine Bewegung mit dem Mastbaume parallel geschähe, nemlich weil dieser selbst immer nachrücket. Die Leute aber, die am Ufer stehn, sehen, daß seine Bewegung in einer Parabel geschiehet *. Herr Nolet hat dieses durch einen wohlausgesonnenen Versuch erläutert, da eine Kugel auf einer zwischen zwey Sayten bewegten Fläche perpendicular in die Höhe geschnellet wird, und, indem die Fläche fortrückt, in einer Parabel auf dieselbe herunter fällt **.

zu einer horizontalen hatte.

Wie daher ein in die Höhe geworfener Körper auf einem Schiffe oder einer andern bewegten Fläche auf eben den Punct herunter fallen kan.

§ 147.

In denen bisher erklärten Gesetzen von der beschleunigten und von der schief auf- und absteigenden Bewegung liegen die Gründe

Von den Gesetzen der Penduln.

* D. de Stair physiologia nova experimentalis p. 117, 118.

** l. c. pag. 31-35.

Gründe, daß wir daraus nunmehro auch die Gesetze der Pendulen erklären können. Ich will demnach diejenigen darunter, welche ich in der Physik vor die nöthigsten achte, kürzlich und auf eine solche Art erweisen, welche beqvem scheinet, die Aufmerksamkeit auf die in der Natur wirksamen thätigen Kräfte zu richten. Ein Pendulum heisset ein schwerer Körper, welcher an einer beweglichen Linie, daran er aufgehängt ist, um einen Punct, daran das Ende der Linie befestiget ist, sich hin und her bewegen lässet. Die Bewegung desselben wird das **Schwingen**, die **Vibration** oder **Oscillation** genennet. Wenn an der beweglichen Linie ein einziger schwerer Körper, welcher nur als ein schwerer Punct betrachtet wird, aufgehängt ist, und die Linie selbst hat keine Schwere, oder wird doch keine in derselbigen betrachtet, so heißt das Pendulum **einfach**. Sind aber in unterschiedenen Entfernungen von dem Puncte, um welchen die Bewegung geschiehet, verschiedene schwere Körper daran befestiget; so heisset es **zusammengesetzt**. Wenn man daher die zusammengesetzten Pendula als einfache ansehen will; so muß erst der gemeinschaftliche Mittelpunct ihrer Schwere gesucht werden*. In der That sind alle Pendula

Was ein Pendulum ist.

Die Vibration oder Oscillation.

Eintheilung der Penduln.

* Gravesande Physices elem. mathem. T. I p. 124.

Pendula, deren wir uns bedienen, zusammengesetzt, weil man keinen Körper ohne alle Schwere haben kan, an dem sich ein anderer, der vibriren soll, aufhängen liesse. Der Mittelpunct der Schwere am Pendulo, welcher sich im Bogen hin und wieder beweget, heisset centrum oscillationis; der Punct aber, an welchem das Pendulum befestiget ist, und um welchen die Bewegung geschiehet, heisset centrum motus. Wenn eine steiffe Linie, in welcher in irgend einem Puncte ein schwerer Körper befestiget ist, an zween aufgehängten Fäden in einer Fläche vibrirt, so nennet es Joh. Bernoulli pendula sympathica *. Es ist vor sich klar, daß die Untersuchung von denen Pendulis an den einfachen anfangen muß, und in der Naturlehre werden wir uns daran begnügen können. Es ist auch zu merken, daß iezt nur von solchen Penduln geredet wird, welche in einer ebnen Fläche vibriren, nicht aber von solchen, welche conische Vibrationen machen, welche eine besondere Untersuchung erfordern.

Centrum oscillationis et motus.

§ 148.

36) **Wenn man ein Pendulum aus seinem perpendicularen Stande bringet, und herunter fallen lässet; so steiget** es so hoch, als es gefallen ist.

Ein Pendulum steiget wieder so hoch, als es gefallen ist.

* Tom. IV opp. p. 310 &c.

steiget es auf der andern Seite wiederum eben so hoch, und auch binnen eben so viel Zeit, als es gefallen ist, es wäre denn, daß es durch zufällige Ursachen daran verhindert würde. Denn indem es fällt, bekömmt es eine beschleunigte Bewegung, wie alle schwere Körper, wenn sie fallen § 140. Denn der Bogen der krummen Linie, durch welchen es fällt, besteht in der That aus einer Menge gerader Linien, die um einen uns unmerklichen Winkel ihre Direction ändern. Es wird also der schwere Körper auf einer Menge von schiefliegenden Flächen beweget, und die Beschleunigung seiner Bewegung, geschiehet folglich nach eben der Regel, nach welcher sie bey denen frey fallenden Körpern erfolget, ob sie wol binnen eben der Zeit nicht durch eine so grosse Linie gehen kan, als geschehen seyn würde, wenn der Körper frey gefallen wäre § 145. Nemlich indem der Körper aus C in B fällt (Tab. I fig. 15); so erlangt er die Geschwindigkeit, welche er durch das Fallen in der Perpendicularlinie E B erlangt haben würde. Und die Cohäsion des Fadens, daran der schwingende Körper aufgehängt ist, widerstehet dem Falle desselben, und zieht ihn beständig zurücke. Daher tritt sie hiermit an die Stelle der festen Fläche, auf welcher wir oben § 145 die Bewegung eines herabrollenden Körpers betrachtet haben.

ben. Nun erinnere man sich ferner, daß sich eine angefangene Bewegung fortsetzet, bis sie durch einen Widerstand vernichtet wird. Es kan also das fallende Pendulum, wenn es in perpendicularen Stand kömmt, nicht in Ruhe bleiben, sondern muß seine Bewegung, vermöge der im Fallen erzeugten Kraft fortsetzen, und also steigen. Weil nun bey dem Steigen eines schweren Körpers die bewegende Kraft eben so vermindert wird, wie sie im Falle vermehret wird § 144; so muß das Pendulum, wenn ihm nicht Widerstand geschiehet, völlig wieder so hoch, und binnen eben so viel Zeit, steigen, als es gefallen ist *. Daraus folget weiter, weil es alsdenn von neuen fallen müßte, daß ein Pendulum, welches einmal in Bewegung gebracht worden, unendlich fort schwingen würde. Daß dieses aber nicht geschiehet, lieget an den zufälligen Hindernissen, z. E. an dem Widerstande der Luft. Wenn daher die Bewegung des Penduli beständig seyn soll; so muß dieser Widerstand durch andere Ursachen wiederum überwunden werden. Dergleichen geschieht bey den

Penduln

* Das Pendulum steiget auch wiederum bey nahe zu eben der perpendicular Höhe, ob wohl in einem andern Bogen, wenn im Fallen die Länge des Fadens durch eine in der Verticallinie eingesteckte Nadel verkürzet worden, wie bey dem Hrn. Nolet nachzusehen Phys. experim. T. II p. 192.

Penduln an der Uhr, da der Stoß, den das Pendulum von der Uhr selbst bekomt, dasjenige ersetzet, was sonst durch den Widerstand der Luft abgegangen seyn würde. Uebrigens kan man den gegebenen Beweis von dem Steigen des Penduli auch auf das Kollern eines runden Körpers auf einer glatten und hohlen Fläche anwenden, da er vermöge der Geschwindigkeit, die er im Herunterrollen bekommen hat, auf der andern Seite in die Höhe steiget, wie unmittelbar klar ist. Ingleichen muß man das Schwanken der Körper, wenn ihr Mittelpunct der Schwere verrückt worden, auf gleiche Weise erklären. Denn es ist so viel, als wenn der Mittelpunct ihrer Schwere vibrirte. Z. E. wenn ein Körper auf dem Wasser stille liegen soll; so muß sein Mittelpunct der Schwere mit dem Mittelpuncte der Schwere des Wasser-Voluminis, dessen Ort er einnimmt, in einerley Verticallinie seyn. So bald er ausserhalb derselben kommt, muß der Körper schwanken *.

Wie die Gesetze von Penduln auf gleichgültige Fälle anzuwenden.

§ 149.

Wie man bey Versuchen vermittelst der Penduln denen Körpern beliebige Grade

Aus der Art und Weise, wie die Geschwindigkeit des fallenden Penduli sich nach den Gesetzen von dem Herabrollen eines Körpers auf einer schiefen Fläche richtet,

* Hievon handelt ausführlich Jo. Bernoulli Tom. IV opp. p. 28 &c.

tet, lässet sich so gleich verstehen, warum die Pendula gebraucht werden können, denen Körpern bey Versuchen beliebige Grade der Geschwindigkeit zu geben, davon § 115 gedacht worden. Nemlich in D B erlangt der Körper die Geschwindigkeit, die er bey dem Fallen durch F B erlangt haben würde (Tab. I fig. 15), und in dem Bogen C B diejenige, die er in dem Fallen durch E B bekommen hätte. Die Geschwindigkeiten der fallenden Köper aber verhalten sich wie die Quadratwurzeln der Höhen § 142, 143, 108. Z. E. wenn sich Kugel, die aus C fällt, noch einmal so geschwinde bewegen soll, wenn sie in B kömt, als die, welche aus D gefallen, so muß E B viermal so groß seyn, als F B. Um dieses zu bewerkstelligen, kan man die gehörige Grösse des Bogens durch die tabulas sinuum finden, weil F B und B E als sinus versus von dem Winkel B A D und B A C angesehen werden kan, welchen man findet, wenn man den Cosinum in den tabulis vom sinu toto abziehet *. Noch eine leichtere Manier ist diese, daß man bemerket, daß sich die Geschwindigkeiten, welche die Pendula in ihrem niedrigsten Puncte haben müssen, eben so verhalten, wie die Chorden der Bogen, durch welche sie

der Geschwindigkeit geben kan.

* S. des Freyherrn von Wolf Versuche III Th. p. 612 &c.

sie gefallen sind *. Wenn man daher dem fallenden Körper an einem Pendulo eine doppelte oder dreyfache Geschwindigkeit in seinem niedrigsten Stande zu Wege bringen will; so darf man nur die Länge der Chorde, durch welche er zuvor gefallen, doppelt oder dreyfach nehmen, durch deren Ansetzung in dem niedrigsten Puncte des Cirkels die Bogen abgeschnitten werden, durch welche der Körper fallen muß, wenn er eine doppelte oder dreyfache Geschwindigkeit erlangen soll. In kleinen Bogen kan man daher die Bogen selbst an statt der Chorden nehmen, und die Geschwindigkeiten des Penduli verhalten sich wie die Bogen oder Winkel. Es heißt aber hier ein kleiner Bogen, welcher nicht über 15 Gr. ist. Denn in diesem verhält sich noch der Bogen zu seiner Chorde wie 350 zu 349 **.

§ 150.

Die grossen und kleinen Vibrationen eines Penduls sind gleichzeitig.

37) Indem eben dasselbe Pendulum in die perpendicular Linie fällt; so geschiehet solches in gleich viel Zeit, es mag durch einen kleinen oder grossen Bogen fallen, und daher sind auch die Schwingungen desselben alle gleichzeitig. Wenigstens ist die Ab-

* Musschenbroek element. phys. § 390. Nolet phys. experim. Tom. II p. 200 &c.

** G. J. s' Gravesande Phys. Elem. mathem. Tom. I p. 116 edit. tert.

Abweichung nicht leicht merklich. Denn wenn man an statt des Bogens, darinnen die Bewegung des Penduli geschieht, indem es herunter fällt, allezeit die Chorde annehmen dürfte; so wäre klar, daß das Pendulum C A (Tab. I fig. 16) binnen eben der Zeit aus A in D kommen müßte, binnen welcher es aus E in D kommt. Denn auf einer schiefen Fläche werden alle Chorden binnen der Zeit zurück geleget, binnen welcher der Körper frey durch den ganzen Diameter gefallen wäre § 145. Man kan solches auch also begreiffen. Gesetzt der Körper solte vermöge seiner Schwere binnen einer gewissen Zeit durch die Linie A B = E F fallen; so wird er sich solches in E so wohl als in A bestreben, weil er nun durch den Faden zurückgezogen wird; so müßte er, wenn es die Application litte, mit einer zusammengesetzten Bewegung das eine mal in A D, das andere mal in E D gehen. Allein der Augenschein lehret, daß die Chorde nur in kleinen Stücken dem Bogen gleichgültig angenommen werden darf, § 149. Einen grossen Bogen demnach muß man sich als aus mehrern schiefen Flächen zusammengesetzt vorstellen. Doch so lange er nur nicht gar zu groß ist; so werden sie bey nahe einer einzigen gleichgelten, weil ihr Neigungswinkel nicht sehr verändert wird. Hingegen wird er zwar in sehr grossen Bo-

gen gewaltig verändert, und die Bewegung weichet dadurch von der Gleichförmigkeit sehr ab, indem sie weit von der Perpendicularlinie geschwinder ist, und nahe bey derselben langsamer werden muß. Doch kan der Unterschied in der Zeit der Vibrationen, wenn deren nicht eine sehr grosse Summe zusammen gezehlet wird, auch nicht merklich werden. Denn erstlich muß die im Fallen schon erlangte Geschwindigkeit nothwendig mit wirken, und deswegen das Pendulum, auch wenn es sich der Perpendicularlinie nähert, geschwinder treiben, wenn es zuvor durch einen grossen Bogen allbereit gefallen ist; dahingegen es langsamer gehen würde, wenn sich die Bewegung in einer kleinen Entfernung von der Perpendicularlinie angefangen hätte. Noch ferner wird eine Gleichförmigkeit zwischen den grossen und kleinen Schwingungen dadurch befördert, daß die Reaction des Fadens nahe bey dem perpendicularen Stande vermögender wird, weil sie den schweren Körper unter einem grössern Winkel zurückziehet, und gleichwohl sich ihre Grösse nach der Grösse der im Fallen schon erlangten Geschwindigkeit des Körpers richtet, als von welcher sie ein existentialischer Effect ist. Es wird demnach das Pendulum, nachdem es schon durch einen grossen Bogen gefallen, bey der Annäherung zu dem perpendicularen

ren Stande auch stärker zurück gezogen, und dadurch die Geschwindigkeit in dem vorigen Bogen der Geschwindigkeit in dem letztern genähert. Daher lehret die Erfahrung, daß in einer ziemlich grossen Zeit die grossen und kleinen Schwingungen eben desselben Penduls vor gleichzeitig angenommen werden können. Denn so lange es geschwinder schlägt, so holet es weiter aus, und wenn es nicht mehr einen so grossen Weg beschreibet, so ist die Bewegung langsamer.

§ 151.

Warum die Pendula an den Uhren zu einer gleichen Abtheilung der Zeit gebrauchet werden.

Deswegen werden die Pendula an den Uhren gebrauchet, um eine gleiche Abtheilung der Zeit herauszubringen, welches Hugenius zuerst gelehret hat, gleichwie Galiläus der Erfinder der Pendulorum gewesen war. Denn die Vibrationen derselben bleiben ohne merklichen Fehler gleichzeitig, wenn sie gleich von der Uhr das eine mal einen stärkern Stoß bekommen, als das andere mal, und doch kan die Uhr nicht weiter fortgehen, bis der ausschlagende Perpendicul zurückgekommen. Doch weil der Perpendicul an der Uhr nicht frey wirket, sondern der Uhr widerstehet, und hinwiederum von der Bewegung der Uhr mit determiniret wird; so gehöret ein gewisses Verhältniß der Kräfte beyder dazu, damit nicht der schwerere Perpendicul zu sehr widerstehet, und der

leichtere im Steigen zuweit hinauf getrieben, und im Fallen zu sehr gehindert wird. Dieses ist nicht anders als durch Erfahrung auszumachen, zumal da auch die wahre Länge des Penduli an einer Uhr, wiefern es nemlich vor ein einfaches angesehen werden kan, schwer zu bestimmen ist, § 147. Man siehet auch hieraus überhaupt, daß die Pendula an den Uhren gewissermaßen anders, als die freyschlagenden, wirken, und daß man von der einen Art auf die andere nicht allemal so gleich einen Schluß machen kan. Weil auch, wie im vorigen, § 150, klar gemacht worden, die Bewegung eines Penduls in grossen Cirkelbogen nicht gleichförmig ist; und ferner von den Mathematicis erwiesen ist, daß die Bewegung in Cirkelbogen nicht so, wie in der Cycloide gleichzeitig geschiehet, d. i. daß in Cirkelbogen die Verzögerung der Bewegung, bey zunehmender Inclination der schiefen Fläche, durch die zuvor erlangte Geschwindigkeit nicht so regulär compensiret wird, als in der Cycloide geschiehet; so hat deswegen Hugenius solche Penduln vor die Uhren erfunden, welche sich in Cycloiden bewegen *. Weil sie aber zum Gebrauche allzubeschwerlich sind, und in kleinen Bogen die Cirkel und Cycloiden übereinstimmen; so ist es zu einer richtigen Uhr

* Marq. du Châtelet instit. phys. § 461 &c.

Uhr genug, wenn der Perpendicul nur durch keinen allzugrossen Bogen ausschläget.

§ 152.

Die Vibrationen der Penduln verhalten sich, wie die Quadratwurzeln der Längen umgekehrt, und die Längen verhalten sich umgekehrt, wie die Quadrate der Zeiten des Schwunges.

38) **Wenn die Pendula von verschiedener Länge sind; so verhalten sich die Summen ihrer Vibrationen binnen einer gegebenen Zeit, wie die Quadratwurzeln der Längen umgekehrt; woraus folget, daß sich auch die Längen der Penduln umgekehrt verhalten, wie die Quadrate der Zeiten, in welchen sie ihren Schwung verrichten.** Z. E. wenn ein Pendulum nur $\frac{1}{4}$ von der Länge eines andern hat, so thut es binnen einer gegebenen Zeit zweymal so viel Vibrationen. Ist es nur $\frac{1}{9}$ von der Länge des andern, so thut es dreymal so viel Vibrationen u. s. w. Und wie die Quadratwurzel der Länge abnimmt, so nimmt die Anzahl der Vibrationen in gleichen Zeiten zu; und wie jene zunimmt, so nimmt diese ab. Denn obgleich der schwere Körper am Pendulo nicht durch eine so grosse Linie hernieder steigen kan, als wenn er frey fallen könnte; so geschiehet doch seine Bewegung nach eben der Proportion der Beschleunigung, wie bey den frey-fallenden Körpern, weil sie durch lauter schiefliegende Flächen gehet § 148. Wenn daher ein schwerer Körper binnen gewisser Zeit um den Raum A D = C F

 herunter

herunter steigen sollte (Tab. I fig. 17); so wird er in der folgenden gleichen Zeit dreymal so weit fallen, dafern er nicht verhindert wird, in der noch folgenden fünfmal so weit u. s. f. Folglich in dem das kleine Pendulum C B in F herunter fällt; so fällt das viermal so lange C A nur bis in D: und indem das kleine seine ganze Vibration vollendet; so gelangt das viermal so lange erst in die Perpendicularlinie C G, und thut also eine halbe Vibration, indem C B eine ganze thut. Wäre hingegen C A neunmal so lang als C B; so würde es, weil es in der dritten Zeit fünfmal so weit als in der ersten fallen muß, allererst eine halbe Vibration vollenden, indem C B anderthalbe gethan hat. Folglich wird C B dreymal so viel Vibrationen thun, und die Zahl der Vibrationen wird sich, weil 3 die Quadratwurzel von 9, wie 2 von 4, ist, verhalten, wie die Quadratwurzeln der Längen umgekehrt, u. s. w.

§ 153.

Ob die blosse Verschiedenheit der Schwere die Vibrationen der Penduln verändert.

Ich habe mit gutem Bedachte bey der Bestimmung des Gesetzes von der verschiedenen Zahl der Vibrationen der Penduln in gleichen Zeiten auf nichts weiter, als auf die verschiedene Länge derselben, nicht aber auch auf die unterschiedene Schwere gesehen. Denn aus der Natur der Penduln, wiefern sie dergleichen sind, folget

folget nicht mehreres. Es ist zwar wahr, daß ein leichteres Pendulum, wo es frey vibrirt, langsamer gehet, und man hat eben daraus geschlossen, daß die Körper unter dem Aequatore leichter wären, als gegen die Pole zu, weil man bey den Observationen in America gefunden, daß die Penduluhren nahe bey dem Aequatore langsamer als in Frankreich oder Engelland gegangen, und deswegen der Perpendicul derselben hat verkürzt werden müssen *. Allein wenn man sich erstlich vorstellet, daß ein Pendulum im leeren Raume, und zwar frey, vibriren solte; so ist kein Grund vorhanden, warum die unterschiedene Schwere einen Unterschied in der Menge der Vibrationen in gleichen Zeiten verursachen solte. Denn die Schwere hat in allen Körpern einerley Geschwindigkeit. Warum sollte also die kleinere Masse von ihrer Schwere langsamer, als die grössere von der ihrigen beweget werden **? Stellet man sich ferner das Pendulum nochmals im leeren Raume, aber an einer Uhr vor, so wird das leichtere weiter ausholen, und zu einer Vibration mehr Zeit brauchen; aber die Ursache wird nicht in der Schwere an sich, sondern in dem Stosse

* Nolet Physſ. experim. T. II p. 209 &c.

** s'Gravesande phys. elem. math. Tom. I L. I c. 20 p. 112, 113.

zu suchen seyn, welchen es von der Uhr bekömmt, und gegen welchen die geringere Schwere weniger vermag, als die grössere. Weil wir aber keinen völlig leeren Raum vor ein Pendulum herbeyschaffen können; so haben die Materien, darinnen die Bewegung geschiehet, wegen ihres Widerstandes allezeit einen Einfluß, und verändern die Bewegung der Pendulorum. Wenn das Pendulum darinnen frey vibriret; so erhält es seine Bewegung länger, und holet weiter aus, wenn es schwerer, als ein anderes ist, weil der Widerstand der Luft und anderer Materien weniger gegen dasselbe, als gegen ein leichteres, vermag. Ist es aber an einer Uhr; so wird es in zweyen Fällen weiter ausschlagen, und seine Vibrationen langsamer vollenden, nemlich so wol wenn es leichter wird, als wenn die umher befindlichen Materien dünner oder überhaupt zum Widerstande ungeschickter werden: der Veränderung zu geschweigen, welche das, was etwan in der Maschine der Uhr selbst veränderliches vorgehet, nach sich ziehen könnte. Dieses trägt auch etwas merkliches aus. Derham hat gefunden, daß ein Pendulum im luftleeren Raume $\frac{1}{5}$ Zoll weiter ausschlug, welches in einer Stunde 2 Secunden betrug. Als man aber das Pendulum hernach so eingerichtet hatte, daß es in der Luft $\frac{1}{5}$ Zoll weiter ausschlug; so geschahen die Vibratio-

nen

nen binnen einer Stunde um 6 Secunden langsamer *. Es ist daher eine andere Frage, was man daraus schliessen soll, daß die Uhren nahe bey dem Aequatore langsamer gegangen, und ihr Perpendicul verkürzt werden müssen. Man schliesset gemeiniglich daraus so gleich auf eine geringere Schwere, und nimmt vor bekannt an, oder suchet durch untüchtige Demonstrationen zu beweisen, als ob das schwere Pendulum von seiner Schwere einen stärkern Trieb als das leichtere bekommen müßte. Allein ich habe gezeiget, daß solches ohne Grund ist. Die Erfahrung lehret auch nicht, daß das Barometrum unter der Linie seine Höhe merklich verändere, welches wenigstens mit eben so viel Grunde als eine Instanz beweiset, daß die Schwere der Luft daselbst keine merkliche Veränderung leidet **: wiewohl darauf allein auch nicht viel zu bauen ist, weil die Höhe des Qveckfilbers im Barometer nicht allein von der Schwere der Luft, sondern überhaupt von dem Drucke derselben, und also von der Elasticität abhanget, dazu auch andere Ursachen kommen. Einige haben deswegen die Ursachen lieber in der Wärme der Luft suchen wollen, wodurch

* Marqv. du Chastelet Instit. Phys. § 457 &c.

** D' Alembert sur la cause generale des Vents p. 213 edit. Berolin.

die Körper grösser, die Elasticität der Luft geringer und das Pendulum länger geworden *. Mairan hat dieses dadurch zu widerlegen gesucht, daß er die gehörige Proportion in dem Effecte nicht gefunden, wenn er bey Versuchen durch Wärme den Perpendicul verlängert hat, welchem Herr Nolet Beyfall giebt **. Allein wenn man sich vorstellet, daß in den heissen Gegenden nicht nur die Länge des Perpendiculs, sondern auch eben so wohl die Uhr selbst eine Veränderung leidet, welche an dem einen Theile vermöge der mechanischen Structur mehr als an dem andern betragen, und schwerlich entdeckt werden kan; so scheinen die Instanzen des Hrn. Mairan die Sache auch noch nicht auszumachen. Daß die Schwere unter dem Aequatore geringer werde, kan man anderer Ursachen wegen wohl einräumen. Dasjenige aber, was man von den Pendulis wahrgenommen, muß eine zusammengesetzte Wirkung seyn, welche von gar vielen, vielleicht grossen theils noch unbekannten, Ursachen, welche die Beschaffenheit der Körper und die Widerstehungskraft der Atmosphäre verändern, abhanget.

§ 154.

* Herm. Boerhaave elem. Chemiae T. I p. 132, 134 edit. Lipſ.

** Phyſ. experiment. Tom. II p. 209 &c.

§ 154.

Das Zittern der Sayten geschiehet ebenfalls völlig nach den Gesetzen der Penduln. Wir haben hier nur, weil man in der Naturlehre auf die wirkenden Ursachen Achtung geben muß, zu bemerken, was vor thätige Ursachen alsdenn an die Stelle der Schwere treten, welche bey den Penduln wirket. Wenn man auf die Natur der wirkenden Ursachen noch nicht mit sehen will, so lässet sich auch beydes durch einen einzigen geometrischen Beweis begreiffen *. Man bemerke demnach folgendes. a) Wenn man eine gehörig gespannte Sayte in einem gewissen Puncte C mit Gewalt aus ihrer Lage bringet (Tab. I fig. 18), und wiederum fahren lässet; so stellen die zu beyden Seiten desselben Punctes hin und herfahrenden Stücken derselben D B und B E zwey auf- und abschlagende Pendula vor, so lange das Zittern der Sayte währet. Der physikalische Grund davon ist folgender. Erstlich nachdem der Punct der Sayte C bis in B gebracht worden; so wirket die Elasticität, und ziehet ihn zurücke, welche demnach hiermit an die Stelle der Schwere tritt, vermöge welcher ein gehobenes

Von dem Zittern der Sayten, und warum es nach den Gesetzen der Penduln geschiehet.

Was der Grund ist von der Oscillation der Sayten.

* Siehe dergleichen in Hrn. D. Joh. Andr. Segners Einleitung in die Naturlehre § 443.

gehobenes Pendulum wiederum fällt. Weil sich die Bewegungen in der Natur fortsetzen; so wird die Sayte, wenn sie in die Linie D E kömmt, noch nicht in Ruhe bleiben können, weil sie noch lebendige Bewegungskraft hat. Sie wird sich also über C erheben. Da nun das Bestreben der Elasticität nach der vorigen Lage zurückzugehen, um so viel grösser war, ie weiter die Sayte aus ihrer Lage gebracht worden; und der Effect seiner Ursache gleich werden muß: so muß die Sayte, dafern ihr nicht äusserliche zufällige Ursachen widerstehen, sich vermöge der erlangten lebendigen Bewegungskraft so lange auf die entgegen gesetzte Seite bewegen, bis A C gleich C B wird. In diesem Puncte wird die ganze Bewegungskraft durch den Widerstand, den die Cohäsion und Elasticität der Sayte thut, erschöpft seyn. Da ihr aber diese nunmehrige Lage ebenfalls unnatürlich ist; so wird sie vermöge der vorhin erwehnten Ursachen gegen B zurück gehen. Auf diese Weise würde eine unaufhörliche Oscillation entstehen müssen, wenn sie nicht durch die Schwere und den Widerstand derer umher befindlichen Materien iedesmal geschwächet, und dadurch die Sayte endlich in Ruhe gebracht würde.

§ 155.

Warum die Schwingungen einer

b) Ferner schicket sich auf die Sayten der § 150 gegebene Beweis: weil die zwey Pendula

Pendula, die sie bey ihren Zittern vorstellen, nur kleine Bogen beschreiben ; und weil die in den äussersten Gegenden ihrer Ausdehnung erlangte Geschwindigkeit mit wirket, wenn sie sich der Linie nähern, die ihre natürliche Lage ist. Daher werden auch alle Vibrationen einer Sayte gleichzeitig seyn*, oder ohne merklichen Fehler so angenommen werden können, man mag sie mehr oder weniger aus ihrer Lage bringen, wenn nur die Dehnung nicht so stark ist, daß sie der mechanischen Elasticität, als der Ursache der Oscillation Schaden thut.

Sayte gleichzeitig sind.

§ 156.

c) Es erhellet auch, daß eine kürzere Sayte, wenn sie mit eben so viel Kraft aus ihrer natürlichen Lage gedehnet worden, geschwinder vibriren muß, als eine längere bey sonst gleichen Umständen. Denn der Raum, um welchen der Punct C beweget worden, hat dort gegen die Länge der Sayte ein grösseres Verhältniß. Und also ist die Elasticität des Körpers zu einer stärkern Wirksamkeit determinirt worden § 120. Es muß aber auch die Veränderung der Geschwindigkeit in den Vibrationen völlig nach dem Verhältnisse der Qvadratwurzeln der Länge

Warum sich die Vibrationen der Sayten verhalten, wie die Qvadratwurzeln der Längen umgekehrt.

* Nolet phys. experim. Tom. I pag. 311, 240 &c.

Länge in umgekehrter Ordnung, wie bey den Pendulis, geschehen. Denn der oben § 152 aus den Gesetzen der beschleunigten Bewegung geführte Beweis schicket sich auf dieselben. Denn wir reden von Sayten von einerley Elasticität und Kraft, und die Kürze derselben ist die vermehrende Ursache der Geschwindigkeit der Bewegung, die Länge aber ist die vermindernde. Wenn daher z. E. eine kürzere Sayte binnen einer gewissen Zeit ihre ganze Vibration vollendet; so wird in einer viermal so langen der bewegte Punct in derselben ersten Zeit nur durch den vierten Theil des Raumes gehen, in der folgenden gleich grossen Zeit wird er nach dem Gesetze von der beschleunigten Bewegnug dreymal so weit gehen. Folglich wird die viermal so lange Sayte eine Vibration thun, wenn die kürzere zwey thut. Wäre die lange Sayte neunmal so lang, als die kurze; so würde sie in drey Zeiten, da die kurze drey Vibrationen thut, in der ersten durch einen Neuntheil des Raumes, in der andern dreymal so weit, in der dritten fünfmal so weit gehen, und also mit drey Vibrationen der kurzen Sayte allererst eine von den ihrigen vollenden. Demnach verhalten sich die Vibrationen in Sayten von einerley Art, aber von verschiedener Länge, wie die Quadratwurzeln der Länge umgekehrt.

§ 157.

§ 157.

Einschränkungen, welche der Unterschied der wirkenden Ursachen hier veranlasset, nachdem die Santen von verschiedener Art und Schwere oder verschiedentlich gespannet sind.

d) Bey den Pendulis ist oben § 153 erwiesen worden, daß zwar die blosse Verschiedenheit der Masse bey einerley Länge an sich keine verschiedene Geschwindigkeit determiniren kan, damit die schweren Körper getrieben würden. Der Grund davon war darinnen zu suchen, weil man aus der Erfahrung weiß, daß die Schwere in allen um uns befindlichen Körpern einerley Geschwindigkeit hat. Unter der Bedingung aber, daß man setzt, oder setzen darf, daß die Schwere selbst an einem Orte eine andere Geschwindigkeit als an dem andern hat, werden auch die davon abhangenden Oscillationen anders bestimmet, dergleichen wir bey den Weltkörpern antreffen werden. Dem ungeachtet ist gezeiget worden, daß auch bey den Penduln die grössere Schwere der Masse, wegen der Verknüpfung der Dinge in der Welt und der relativischen Verminderung des Widerstandes, die Geschwindigkeit der Bewegung vermehre. Bey den Sayten aber hat man keinen Grund zu sagen, daß alle Arten der mechanischen Elasticität einen Nisum von gleicher Geschwindigkeit hätten. Daraus folget erstlich, daß man bey der Application der ietzt erklärten Regeln nur Sayten von einerley Art mit einander vergleichen kan. Hiernächst weil ohne Zweifel die Geschwindigkeit, mit welcher

ein

ein aus der Lage gebrachter elastischer Körper sich zu restituiren trachtet, grösser ist, als sie iemals wirklich der Hindernisse wegen erfolgen kan; und hingegen die Kraft eines Körpers in eine desto stärkere Action ausbricht, ie weniger die umstehenden Hindernisse gegen sie vermögen: so erhellet, daß bey sonst gleichen Umständen auch der bloße Unterschied der Masse, den man durch das Gewichte findet, bey denen gespannten Sayten eine grössere Geschwindigkeit der Bewegung verursachen wird.

Wenn sich die Vibrationen wie die Qvadratwurzeln der Länge umgekehrt verhalten sollen; so müssen sie von einerley Art und Gewichte, und gleich stark gespannt seyn.

Wenn man also Sayten von verschiedener Länge mit einander vergleichet; und ihre Vibrationen sollen sich wie die Qvadratwurzeln der Längen umgekehr verhalten: so müssen sie von einerley Art und gleich stark gespannt seyn, z. E. vermittelst eines angehängten Gewichtes, damit sie einerley Elasticität haben, und sie müssen auch von einerley Gewichte seyn.

Bey ähnlichen und gleich langen Sayten von verschiedener Spannung verhalten sich die Vibrationen, wie die Qvadratwurzeln der Kräfte, dadurch sie gespannet sind, umgekehrt.

Sind aber die Sayten von einerley Länge und Dicke, aber verschiedentlich gespannt; so begreiffet man mit einer kleinen Veränderung der vorigen Demonstration, daß sich ihre Vibrationen der Zahl nach verhalten müssen, wie die Qvadratwurzeln der Kräfte, dadurch sie gespannt sind, umgekehrt. Denn wenn z. E. die eine Sayte durch 1 Pfund, die andere durch 4 Pfund Gewich-

Gewichte gespannt ist; so wird die Geschwindigkeit der letztern viermal so groß seyn. Daher wird sie durch 4 Räume in dem ersten Zeitpuncte gehen, und ihre ganze Vibration vollenden, wenn die andere nur durch einen Raum in eben derselben Zeit gehen, und die andern drey allererst in dem andern Zeitpuncte durchwandern wird. Jene also wird zwey Vibrationen thun, wenn diese nur eine vollendet. Hinwiederum **wenn die Länge der Sayten zwar verschieden ist, und sie gleich stark gespannet, aber von einerley Dicke, und also von verschiedenem Gewichte sind; so verhalten sich die Vibrationen in gleichen Zeiten nicht wie die Quadratwurzeln der Längen, sondern wie die Längen selbst umgekehrt.** Z. E. Die halb so lange Sayte thut zweymal so viel Schläge. Die Erfahrung lehret solches *, und der Grund davon liegt darinnen, daß die doppelt so lange Sayte auch an ihrer Masse doppelten Widerstand in allen Zeitpuncten zu überwinden hat. Die Bewegung aber geschiehet eben durch die Vernichtung des Widerstandes. Daher wird durch den doppelten Widerstand die Geschwindigkeit der längern Sayte beständig auf die Hälfte vermindert; und also thut sie eine Vibration, wenn

Wenn ungleich lange, aber gleich stark gespannte, Sayten von verschiedenem Gewichte sind; so verhalten sich die Vibrationen wie die Quadratwurzeln der Längen umgekehrt.

*) Nolet phys. Experim. Tom. III p. 460 &c.

Wenn zwey Sayten in allen Stücken ähnlich, aber von verschiedener Dicke sind; so verhalten sich die Vibrationen, wie die Diametri umgekehrt.

wenn die kürzere zwey thut. Aus eben dem Grunde ist es herzuleiten, daß wenn 2 Sayten in allen Stücken ähnlich, aber von verschiedener Dicke, sind, ihre Vibrationen sich verhalten, wie die Diametri der Sayten umgekehrt. Z. E. diejenige, deren Diameter noch einmal so groß ist, thut binnen einer gegebenen Zeit nur halb so viel Vibrationen. Man solte meinen, sie könnte nur den vierten Theil so viel Vibrationen thun, weil 4 mal so viel Masse beweget wird. Allein es ist zu bedenken, daß, da die Sayten von einerley Länge gesetzet werden, die Elasticität vermögender ist; weil sie von dem Bewegungspuncte an nicht durch Zerstreuung geschwächet wird, wie geschehen würde, wenn die eine Sayte zwar eben so viel Masse hätte, als die andere, aber länger wäre § 130. Eben deswegen, weil man den Grad und die Art der Wirkung der Elasticität in iedwedem Falle, nicht a priori wissen kan; so müssen dergleichen speciale Regeln durch die Erfahrung ausgemachet werden. Unser Hauptsatz bleibt doch allezeit stehen, daß die schlagenden Sayten nach den Gesetzen der Penduln wirken, obgleich der Unterschied der Kräfte, dadurch die bewegten Körper getrieben werden, sich bey denen Penduln nicht so nachmachen lässet. Noch eine besondere Schwierigkeit machet die gewöhnliche

liche Unvollkommenheit der Elasticität, welche sich in den Körpern zu finden pfleget. Diese letztere wächset daher nicht allezeit mit der Masse, wie die Schwere, sondern ob und wiefern sie da ist, muß, iedesmal besonders untersuchet werden.

§ 158.

Die Gesetze der Penduln sind auf alle elastische Körper anzuwenden.

Es verstehet sich von sich selbst, daß, was bisher von der Bewegung gespannter Sayten behauptet worden, auch von allen elastischen Körpern nach der iedesmaligen Art und Application ihrer Theile gelten muß, weil man sich dieselben sämtlich als aus elastischen Sayten zusammengesetzt vorstellen kan. Wenn demnach ein elastischer Körper einmal aus seiner Lage gebracht worden; und das Vermögen bekommt, sich in seinen vorigen Stand zu setzen: so geschiehet solches nicht auf einmal, sondern erst nach einer Menge Vibrationen, obgleich dieselben nicht allezeit sinnlich sind. Schon hieraus wird man erkennen, was vor eine Menge von Oscillationen in der Natur beständig vorhanden seyn müssen. Will man aber das allgemeine aus demjenigen, was bisher von den Penduln und gespannten Sayten erwiesen worden, noch höher abstrahiren; so kömmt diese Regel heraus: 39) **So oft eine Ursache zu einer sich fortsetzenden Bewegung vorhanden ist; und**

Allgemeine Regel von entstehenden Oscillationen.

dieselbe da, wo sich ihr Effect endigt, von neuem entstehet, und genöthiget wird, auf die vorige Art nochmals zu wirken: so entstehet eine Oscillation nach den Gesetzen der Penduln, welche unendlich seyn würde, wenn nicht äusserliche Hindernisse da wären, welche nicht zulassen, daß die wirkende Ursache völlig in eben der Grösse wiederum entstehet, oder, indem sie wirket, ihren ganzen positiven Effect ungehindert hervorbringet. Da sich nun dergleichen Bedingungen sehr häufig finden; so gehören die Oscillationen unter die vornehmsten Wege, deren sich die Natur bedienet, lebendige Bewegung in der Welt zu erhalten, wie wir denn dergleichen auch an den Weltkörpern selbst antreffen werden.

§ 159.

Regeln von der Bewegung beym Uebergange aus einer dichtern Materie in die dünnere, oder umgekehrt.

Die Gesetze der Penduln können zur Erläuterung dererjenigen Regeln dienen, denen ein bewegter Körper folgen muß, wenn er aus einer dichtern Materie in eine dünnere, oder umgekehrt, übergehet; daher wir nun so gleich auf dieselbigen kommen wollen. Wir wollen uns dieselben ietzo der Beqvemlichkeit wegen an der Bewegung einer Kugel vorstellen. Was vor Veränderungen in andern Körpern davon abhangen, daß die widerstehende Materie gegen die Flächen, woraus

aus der Körper zusammen gesetzt ist, der mechanischen Application wegen, an dem einen Orte mit einem grössern Vermögen wirken kan, als an dem andern, wird sich hernach leichte daraus einsehen lassen. Die Erfahrung lehret, daß die Bahn des bewegten Körpers im geringsten nicht verändert wird, wenn der Uebergang in perpendicularer Richtung geschiehet. Die Ursache davon ist auch nicht schwer zu begreiffen. Denn der verschiedene Widerstand, welchen unähnliche Materien dem bewegten Körper thun können, äussert seine Wirkung gegen den bewegten Körper auf allen Seiten auf einerley Art, so lange die Direction der Bewegung perpendicular bleibet. Es kan daher aus demselben keine Veränderung der Richtung der Bewegung folgen, sondern nur dieses, daß die Geschwindigkeit der Bewegung in der stärker widerstehenden Materie verzögert, in der weniger widerstehenden aber beschleuniget wird. Hingegen wenn die Richtung schräge war; so lehret die Erfahrung solche Umstände, welche die Untersuchung der Ursachen sehr schwer zu machen, und beynahe gegen einander zu streiten scheinen. Das ist das allgemeine, daß, wenn **ein bewegter Körper aus einer dünnern Materie an eine dichtere unter einem gar zu kleinen Einfallswinkel,** oder, welches gleich viel ist, unter einem gar

Der Körper wird unter einem eben so grossen Winkel reflectirt, wenn der

Einfallswinkel beym Anstoß an eine dichtere Materie allzuklein ist.

gar zu grossen Inclinationswinkel, angetrieben wird, er von derselben unter einem eben so grossen Winkel reflectirt wird. Dieses ist aus § 137 zu erklären. Z. E. Eine Kugel, welche sehr schräge auf das Wasser geschossen wird, wird von demselben reflectiret *. Denn weil die Bewegung der Kugel sehr geschwind ist, und daher auch der Widerstand, den das Wasser thun muß, vergrössert wird § 88; das Wasser aber an sich schon sehr vielmal stärker als die Luft widerstehet, und wegen der schrägen Direction der größte Theil der bewegenden Kraft nicht einmal gegen das Wasser gerichtet ist, sondern nach einer horizontalen Bewegung strebet § 113: so wird das Wasser binnen der kurzen Zeit, da es berühret und ein wenig eingedruckt wird, in Vergleichung mit der Geschwindigkeit, in welcher es der Kugel ausweichen sollte, in Absicht auf dieselbe zu einer unbeweglichen Fläche; und da die Luft sehr wenig widerstehet, so muß die Bewegung abspringen.

Wenn der Einfallswinkel grösser ist, so wird nach Beschaffenheit der Umstände der Körper bald dem Perpendicul genä-

Allein wenn der Winkel bey einer schief ankommenden Bewegung, so groß ist, daß der bewegte Körper in die dichtere Materie, an die er angetrieben wird, wirklich hineingehet; so lehret die Erfahrung sonderbare Phaenomena. Denn wenn eine geschossene Kugel, deren Richtung A C ist, in

* Nolet phys. experim. T. I p. 282 &c.

in der Fläche D E ins Wasser gehet, (fig. 19); so setzet sie den Weg nicht in C H fort, sondern erhebt sich in C I, daher sie von dem Perpendicul C F weiter weg gebrochen wird *. Hingegen von dem Lichte lehret die Erfahrung, daß dasselbe dem Perpendicul genähert wird, wenn es aus einer dünnern Materie in die dichtere, z. E. aus der Luft in das Wasser oder ins Glas, gehet. Nemlich wenn der Strahl C A in D E ins Wasser gehet; so weichet er in C G ab, und kömmt also dem Perpendicul C F näher. Und wiederum wenn er aus dem Wasser in C G kömmt, so gehet er in der Luft nicht in C K, sondern in C A fort, und wird also von dem Perpendicul B C weggebrochen. Die Abweichung von der vorigen Richtung der Bewegung, welche erfolget, wenn ein bewegter Körper aus einer Materie in die andere, welche von verschiedener Dichtheit ist, übergehet, wird die **Refraction** genennet. Solte daher die Refraction des Lichtes, und einer ins Wasser geschossenen Kugel aus einerley Grunde erfolgen; so würde man mit Hartsöckern ** annehmen müssen, daß die Materien, die wir vor die dünnesten halten, wirklich mit einer andern vor das Licht weniger durchdringlichen

hert, bald davon entfernet.

Was die Refraction heisset.

* Nolet phys. experim. T. I p. 272 &c.

** Conjectures physiques p. 292 &c.

chen angefüllet wären. Z. E. Die Luft müßte mit einer subtilen Materie angefüllet seyn, durch welche das Licht gienge, welche aber viel gröber wäre, als diejenige, welche die Wassertheilchen anfüllete, gleichwie die im Wasser befindliche wiederum gröber wäre, als diejenige, womit die Zwischenräume des Glases ausgefüllet wäre. Folglich würde das Licht, wenn es z. E. aus dem Wasser in die Luft gehet, durch den stärkern Widerstand, den es fände, von seinem vorigen Wege hinweggedränget, und vom Perpendicul entfernet. Gienge es aber in das Wasser hinein; so fände es darinnen weniger Widerstand. Daher würde jedes Lichttheilgen durch den stärckern Druck aus der Luft, so bald es das Wasser berührte, etwas herunter gebogen, und dadurch zu einer Bewegung determiniret, dadurch es dem Perpendicul näher käme. Allein diese Hypothesen streiten mit vielen andern Umständen, und nehmen eine Ursache an, deren Realität in der Welt zu unbegreifflich ist. Es ist also die Frage, aus was vor Gesetzen diese verschiedenen Wirkungen hergeleitet werden können. Dieselben zu finden, ist eine genaue Unterscheidung nöthig.

§ 160.

Wenn ein Körper mit dem einen

40) Wenn ein Körper bey einer schräge anstoßenden Bewegung mit dem

dem einen Theile einen Widerstand findet, iedoch so, daß er noch nicht reflectiret wird; so bewegen sich die übrigen in Bewegung befindlichen Theile um denjenigen, welchem widerstanden wird, herum: und, wenn hiermit der Körper Raum findet, in den widerstehenden hinein zu gehen, ohne daß ferner seiner Bewegung widerstanden wird, oder wenigstens nicht mit ungleicher Kraft von verschiedenen Seiten; so wird die Directionslinie seiner Bewegung geändert, und nach dem Perpendicul zu gebrochen, welcher durch den Einfallspunct gezogen ist. Eben dieses erfolget, aber in umgekehrter Ordnung, wenn ein Theil des bewegten Körpers eher, als der andere, vom Widerstande frey wird; daher alsdenn die Directionslinie der Bewegung weiter von dem Perpendicul abweichet. Denn derjenige Theil des Körpers, welcher Widerstand findet, ist so weit vor ruhend zu achten. Weil aber die Bewegung der übrigen Theile fortgesetzet wird; so folget nothwendig, daß, wenn ein Körper mit einem Puncte in Ruhe, und mit dem andern in Bewegung ist, sich der bewegte Theil um den ruhenden herum bewegen muß. Denn es ist keine andere Möglichkeit übrig gelassen, wie die Bewegung

Theile bey einer schrägen Bewegung einen Widerstand findet doch ohne reflectirt zu werden; so bewegen sich die übrigen Theile um den Berührungspunct herum: und, wenn er hernach in den widerstehenden Körper ungehindert hinein gehet; so wird seine Bewegung nach dem Perpendicul zu gebrochen. Bey umgekehrten Umständen wird sie vom Perpendicul weggebrochen.

geschehen könnte. Es schwinget sich demnach der freye Theil des Körpers um denjenigen, welcher den Widerstand hat, eben so herum, wie am Pendulo der schwere Körper, da er der Direction der Schwere nicht ungehindert folgen kan, einen Bogen um den Mittelpunct der Bewegung beschreibet. Denn in unserm Exempel tritt der Zusammenhang der Theile des Körpers an die Stelle des Fadens beym Pendulo. Der freye Theil des Körpers ist das, was der aufgehängte schwere Körper beym Pendulo ist. Seine lebendige Bewegungskraft vertritt die Stelle der Schwere. Der Theil aber, welcher den Widerstand hat, stellet den festen Punct vor, um welchen sich das Pendulum schwinget. Z. E. Man stelle sich zuerst den Cylinder A vor, (fig. 20) welcher bey S an die Fläche eines flüßigen und stärker widerstehenden Körpers O o angetrieben wird. Seine Direction gehet nach K L. Weil aber dem Puncte S, der die Fläche zuerst berühret, widerstanden wird, und doch die sämmtlichen Theile des Cylinders in Bestrebung sind, nach K L fortzufliegen; so bewegen sich die unverhinderten Theile, so lange um S herum, bis der Cylinder in die flüßige Materie hinein gehet. Der Punct M also wird in m gehoben, und die Direction des Cylinders wird nun K R, das ist, er wird nach dem Perpendicul P P

zu

zu gebrochen. Eben so läßet es sich auch von der Kugel B begreiffen, deren Direction C E ist. Denn indem der untere Theil der Kugel einen Widerstand findet, indem die obern Theile fortfahren, sich mit eben der Kraft und Geschwindigkeit zu bewegen; so bewegen sie sich um den Punct S, welchem widerstanden wird, so lange herum, bis die Kugel in die flüßige Materie hinein dringet. Folglich wird der Punct D in d herüber beweget, und die Kugel nimmt nun ihren Weg in der Direction C F, welche sich dem Perpendicul P P nähert. Gehet hingegen die Bewegung in R K oder F C aus der dichtern Materie in die dünnere; so erfolget alles in umgekehrter Ordnung, und die Directionslinie wird in K L und C E von dem Perpendicul entfernet. Denn der Theil, welcher zuerst von dem Widerstande befreyet wurde, z. E. d, bricht im geringern Widerstande in eine geschwindere Bewegung aus. Es ist aber keine andere möglich, als diejenige, wodurch er gegen D gehoben wird, woraus eine Direction entstehet, welche vom Perpendicul abweichet.

§ 161.

Wichtige Veränderung, wenn der Körper beym Ein-

Es ist aber wohl zu merken, daß ich mir in der vorigen Regel bedungen habe, daß der bewegte Körper in denjenigen, darein er dringen soll, nach der geschehe-

nen

bringen in den dichtern fortfähret, Widerstand zu finden.

nen ersten Drehung ungehindert, oder wenigstens ohne ungleiche Hindernisse von verschiedenen Seiten, soll hinein gehen können. Daher schicket sich dieselbe Regel zwar vor das Licht, welches so subtil ist, daß es in die Poros der durchsichtigen Körper hinein gehen kan. Hingegen findet sie bey denenjenigen Körpern nicht statt, welche so groß sind, daß sie sich beständig durch Verdrängung einer Menge Masse von der flüßigen Materie, darein sie dringen, Raum machen müssen. Bey diesen erfolget vielmehr völlig das Gegentheil folgendergestalt.

Wenn ein bewegter Körper aus einer flüßigen Materie in die andere also gehet, daß er, seiner Grösse wegen, beständig eine Menge Masse derselben verdrängen muß; so wird seine Bewegung beym Eingange in die gröbere Materie vom Perpendicul weg, und beym Ausgange aus derselben zum Per-

41) **Wenn ein bewegter Körper aus einer flüßigen Materie in eine andere übergehet; und er ist so groß, daß er nicht etwan nur wegen der Undurchdringlichkeit der Materie in dem ersten Zeitpuncte irgendwo anstößet, und hernach nach geschehener beqvemen Drehung in denen Poris fortgehen kan, sondern daß er beständig eine Menge Masse derselben aus ihrem Orte vertreiben muß: so wird seine Directionslinie beym Eingange in die gröbere Materie vom Perpendicul weiter weg, und beym Ausgange aus der gröbern in eine dünnere, zum Perpendicul näher hinzugebrochen.** Dieses ist aus der Regel § 98 zu begreiffen, daß ein Körper, welcher von verschiedenen Seiten ungleichen Widerstand hat,

hat, dahin weichen muß, wo er den schwächsten Widerstand findet. Denn wenn die Kugel A (fig. 21) in der Direction B E in das Wasser geschossen wird, und mit dem untersten Theile bey G das Wasser FF berühret, und aus seinem Orte zu treiben anfängt, so wird sie von demselben zugleich etwas gegen die Gegend gehoben, wo die dünnere Materie befindlich ist. Indem sich nun der Theil, welcher dergleichen Widerstand noch nicht hat, nach der vorigen Regel, um den Theil, welchem widerstanden wird, zu drehen anfangen sollte; so findet er eben dergleichen Widerstand: und ie tiefer die Kugel hinein sincket, in einer desto grössern Fläche wird ihr widerstanden, und sie wird dadurch beständig ein wenig gegen die mit Luft erfüllte Gegend herauf getrieben. Daher weichet sie in einer krummen Linie C C von ihrer vorigen Direction ab, und das Ende dieser krummen Linie bestimmet den Weg, den sie nun in C D nimmt, und welcher von dem Perpendicul P P mehr abweichet, als B E. Alle diese Ursachen entstehen in umgekehrter Ordnung, wenn die Kugel aus dem Wasser in die Luft geschossen werden sollte. Hieraus sind die vorhin aus dem Hrn. Nolet angeführten Versuche und Erfahrungen zu erklären.

pendicul hinzu, gebrochen.

§ 162.

§ 162.

Regeln von den Potentiis mechanicis.
Hauptsatz derselben. Wie sich verhält der Raum, durch welchen der eine Körper beweget werden müßte, zu dem Raume, durch welchen der andere zugleich beweget werden müßte; so verhalten sich die absoluten Kräfte umgekehrt, welche einander in Ruhe halten.

42) Wie sich verhält der Raum, durch welchen der eine Körper A, in einer seinem Bestreben directe entgegen gesezten Richtung beweget werden müßte, zu dem Raume, durch welchen ein anderer Körper B der mechanischen Application wegen alsdenn gleichermaßen zugleich beweget werden müßte; so verhält sich die absolute Kraft B zu der absoluten Kraft A, wenn sie einander in Ruhe halten sollen. Denn da die Grösse der Bewegung aus der Masse, multiplicirt mit der Geschwindigkeit, zu ermessen ist § 105: so würden sonst gleich grosse Bewegungskräfte entweder einander überwinden müssen; oder, da dieses ungereimt ist, weil sie nicht mehr thun, als einander aufheben, können, so würde die Bewegung ohne alle Ursache entstehen müssen, welches abermal ungereimt ist. Denn da wir iezt nur von solchen Bewegungs-Nisibus reden, da der eine bloß der mechanischen Application wegen etwan eine grössere relativische Geschwindigkeit hat, als der andere; so ist die Grösse der Bewegungskräfte nur aus der Masse und Geschwindigkeit, nicht aber aus dem Qvadrate der Geschwindigkeit zu ermessen § 109. Wenn aber wirklich eine Bewegung soll erfolgen können; so müssen die bewegenden Kräfte

einander

einander ungleich seyn, welches man nicht mit der Gleichheit der Action und Reaction, welche allemal da seyn muß § 88, zu verwirren hat.

§ 163.

Alle mechanische Vortheile beruhen entweder auf einer Zerstreuung der Last, oder daß sich die Kraft nach Proportion geschwinder bewegen muß.

Aus diesem Hauptsatze folgen die wichtigsten Regeln von denen Potentiis mechanicis, deren Hauptarten wir hier kürzlich, und so weit es in der Naturlehre unentbehrlich scheinet, bemerken müssen. So oft überhaupt Kräfte gegen einander mit **mechanischem Vortheile** wirken; so kömmt es auf einen dieser beyden Gründe, oder auf beyde zugleich, an. Entweder **die grössere Last wird zerstreuet**, daß sie von mehrern kleinern Kräften zugleich erhalten wird; oder **die Application wird so gemacht, daß sich die kleine Kraft auf eine proportionirte Art geschwinder bewegen müßte**, indem die Last langsamer fortrücket. Eine solche Application aber ist uns in unseren Geschäften vortheilhaft, nachdem wir bald die Zeit, bald die Kraft im Ueberfluße haben, indem eine Bewegung geschehen, oder Körper von verschiedener Bewegungskraft im Gleichgewichte erhalten werden sollen. Z. E. Eine grosse Last kan von mehrern schwachen Stützen oder Fäden erhalten werden, wenn sie gehörig darunter vertheilet wird. Was den letzten Fall anlanget,

Ausser der

Vertheilung der Last wirket bey Stricken auch die stärkere Cohäsion der Theile mit.

get, so kömmt noch ein besonderer Grund dazu, wenn viele Fäden in eine feste Schnur oder einen Strick zusammen gedrehet sind. Denn weil daraus eine festere Cohäsion entstehet, wie an seinem Orte erhellen wird; so können sie in dieser Verbindung mehr tragen, als wenn sie sämtlich einzeln wirken. Diejenigen Applicationen aber, da die eine Kraft sich geschwinder beweget, indem die andere langsamer beweget wird, scheinen sich sämmtlich auf diese drey bringen zu lassen, den **Hebel, die bewegliche Rolle, und das Vermögen einer Kraft an einem ausgespannten Faden**, von denen ich hier die wichtigsten Regeln, welche zu meinem Zwecke dienen, und so weit es die bestimmten Schranken meiner Abhandlung leiden, aus dem gegebenen allgemeinen Gesetze erklären will.

§ 164.

Was ein Hebel ist, und Mannigfaltigkeit desselben.

Der Hebel heisset eine gerade steife Linie, oder was derselben gleich gilt, an welcher man sich drey Puncte gedenken kan, einen Ruhepunct, welcher fest ist, und zwey andere Puncte, an deren einem die Kraft, an dem andern die Last befestiget ist. Man theilet ihn ein in Vectem heterodromum A C B, (fig. 22) da die beyden Linien A C und C B, an deren Ende die Kraft und Last befestiget sind, ausser einander liegen, und homodromum

DEF,

D E F, (fig. 23), da die Linien D E und D F, daran die Kraft und Last applicieret sind, zum Theil in einander fallen. Es lieget auch nichts daran, ob die beyden Linien, daran die Kraft und Last befindlich sind, eine einzige gerade Linie, wie in A C B (fig. 22), oder ob sie einen Winkel, wie in G H I (fig. 24), machen, wenn man im letztern Falle nach § 113 nur merket, daß das Vermögen einer Kraft nach ihrer rechtwinklichten Application zu schätzen ist, und also das Vermögen der Kraft in I eben so anzusehen ist, als ob sie in K zöge, und von dem Ruhepuncte H um die Linie H K entfernet wäre. Daher kan man sich in unzehligen Applicationen einen Hebel vorstellen, wie er denn insonderheit merkwürdig ist, und sein Vermögen beständig verändert, wenn eine Kraft vermittelst eines grössern Rades G H F D eine Last an einem kleinern Rade L K E M (fig. 25) erhalten oder bewegen soll. Denn in D ist die Entfernung der Kraft vom Ruhepuncte C D, in A aber ist sie nur C E und in B nur C F.

§ 165.

An dem Hebel halten Kraft und Last einander in Ruhe, wenn sie sich verhalten wie ihre Ent-

Die Regel vor den Hebel ist vermöge des vorhin gegebenen Hauptsatzes: 43) **Zwey Bewegungskräfte an dem Hebel halten einander in Ruhe, wenn sich die eine zu der andern verhält,**

fernungen vom Ruhepuncte umgekehrt.

wie die Entfernung der andern vom Ruhepuncte zu der Entfernung der ersten. Denn es sey (fig. 22) C B dreymal so lang als A C, und in A hängen 3 Pfund, in B ein Pfund. Solten sich die Gewichte bewegen, z. E. A in R durch den Bogen A R; so müßte B in S gehoben werden durch den Bogen B S. Nun verhalten sich die Bogen A R und B S wie die halben Chorden, welche aus R und S auf die Linie A B gezogen werden, und durch welche die directe Bewegung § 162 ausgedrücket wird, und ferner auch wie die Linien A C und C B, um welche die Gewichte vom Ruhepuncte entfernet sind. Demnach würden in dem einen Falle 3 Pfund durch einen Raum, und in dem andern 1 Pfund durch 3 dergleichen Räume, beweget, welche Bewegungen einander gleich, und gleichwol hier das Maaß der bewegenden Kräfte sind § 109. Folglich können sie einander nicht überwinden, sondern die Gewichte müssen in Ruhe bleiben. So bald dieses Verhältniß verändert wird; so muß eine Bewegung der Gewichte erfolgen. Weil aber durch dieselbe auch das Vermögen der Gewichte verändert wird, indem sie nicht mehr unter einem rechten Winkel applicirct sind; so schlägt deswegen die Wage nicht in perpendicularen Stand herum, sondern die Gewichte geben nur so lange einen Aus-

Warum die Wage beym Ausschlag des einen Gewichtes nicht ganz herum schlägt.

schlag,

schlag, bis ihr Vermögen wiederum das rechte Verhältniß bekommt. Denn in denen Wagen, deren wir uns zu bedienen pflegen, stehet der Bewegungspunct höher, als die Linie, in welcher der Mittelpunct der Schwere des Wagebalkens ist. Daher wenn die Wage ausschlägt, und z. E. (fig. 26) aus A B in E F kömmt; so ist es so viel, als wäre der Ruhepunct, den man zuvor in C setzte, nun in D. Mithin werden die Entfernungen der Gewichte G D und D H. Folglich wird die Wage stille stehen, so bald G D: D H = K : I. Beyläufig ist zu erinnern, daß sich hieraus auch begreiffen lässet, warum ein Wagebalken, wenn man die Wage umkehret, so leicht völlig in perpendicularen Stand umschlägt. Denn weil alsdenn der Bewegungspunct tiefer, als die Linie liegt, darinnen der Mittelpunct der Schwere des Wagebalkens ist; so bekömmt die eine Hälfte, wenn sie durch irgend eine Ursache einen Ausschlag zu geben anfängt, ein grosses Vermögen über die andere, und die Entfernung ihres Mittelpunct der Schwere bekömmt zu der Entfernung desselben in der andern Hälfte, z. E. das Verhältniß D H zu G D.

Warum eine umgekehrte Wage leicht in perpendicularen Stand umschlägt.

§ 166.

Nach eben diesem Gesetze vom Hebel geschiehet auch die Vertheilung des Druckes einer Last unter verschiedene Stützen, da-

Vertheilung des Druckes einer Last unter verschiedene Stützen

nach den Gesetzen des Hebels.

von sie getragen wird. Denn gesetzt die Last liegt (fig. 27.) in C, und C B ist 2 mal so lang, als A C: so trägt B nur $\frac{1}{3}$ und A $\frac{2}{3}$. Es muß aber aus einem andern Grunde, nemlich daraus begriffen werden, daß die Bewegungs-Nisus in der That angefangene und immer wiederholte Bestrebungen zur Bewegung sind § 109, und daß der Stoß binnen einer gewissen Zeit in den Körpern fortgebracht wird § 102. Denn hernach ist klar, daß die Last in C allezeit 2 Stösse in A aufleget, wenn sie in B einen aufleget, und gleichwohl binnen derselben Zeit beyde Stützen zusammen dieselbe tragen müssen. Weil es nun einerley ist, ob die Last von oben drückt, oder ein Gewichte von unten an einer steiffen Linie ziehet, so kan man sich auch die sämmtlichen Wirkungen des Hebels auf diese Art vorstellen. Nemlich die Gewichte legen allerseits ihren Stoß auf den Ruhepunct auf. Aber das nähere stößet binnen eben der Zeit mehrmalen gegen denselben, als das entferntere. Man setze daher in A und B Gewichte und C unbeweglich; so wird folgen, wenn die Gewichte gleich wären, weil B so vielmal agiret als A, daß es A überwinden müßte. Denn da es in gleicher Zeit nur halb so viel Stöße auf C auflegte; so würde es die andere Hälfte übrig behalten, und damit würde es A bewegen können.

Eine andere Manier die Wirkung des Hebels durch eine Vertheilung des Druckes zu begreiffen.

§ 167.

§ 167.

Eine schiefliegende Fläche heisset eine solche, welche mit der Horizontallinie, oder überhaupt mit einer angenommenen Grundlinie, auf welche von dem einen Ende der Fläche eine Perpendicularlinie gezogen wird, einen spitzigen Winkel machet. Die Regel vor dieselbe ist vermöge des Hauptsatzes § 162 diese: 44) **Wenn die Direction der Kraft A C (fig. 28), welche eine Last auf einer schiefliegenden Fläche halten soll, mit der Fläche parallel ist; so verhält sich die Kraft zu der Last, wie die Perpendicularhöhe der Fläche D E zu der Länge derselben D F: ist aber die Direction der Kraft mit der Grundlinie E F parallel; so verhält sich die Kraft zu der Last, wie die Perpendicularhöhe D E zu der Grundlinie E F.** Der physikalische Grund, warum eine Kraft mit Vortheil wirket, wenn sie eine Last auf einer schiefen Fläche erhalten oder bewegen soll, lieget in der Zerstreuung des Druckes der Last, und wenn von fallenden Körpern die Rede ist, zugleich in der verminderten Geschwindigkeit der Bewegung der Last § 145. Denn die Schwere der Last wird zum Theil auf die Fläche aufgelegt; oder wenn man den Grund noch allgemeiner abstrahiren will, ein Theil von dem Vermögen der Last wird zu einem

Regel, wenn zwey Kräfte auf einer schiefliegenden Fläche einander in Ruhe erhalten.

Wenn die Direction der Kraft mit der obern Fläche parallel ist; so verhält sich die Kraft zu der Last, wie die Höhe zur Länge der schiefen Fläche: ist sie aber mit der Grundlinie parallel; so verhält sie sich, wie die Höhe zur Grundlinie.

Drucke gegen die Fläche angewandt, welchen Theil demnach die Kraft nicht mit zu erhalten, oder zu überwinden nöthig hat. Daher verstehet man, daß um so viel mehr Last auf die Fläche aufgelegt, oder zu einem Drucke gegen dieselbe verwandt wird, je einen kleinern Winkel die schiefe Fläche mit der Grundlinie machet. Denn machte die Oberfläche mit der Grundfläche gar keinen Winkel; so würde die ganze Last darauf aufgelegt, daß es weiter keiner haltenden Kraft bedürfte. Folglich wirket die Kraft immer vortheilhafter, ie kleiner der Winkel der schiefen Fläche wird. Ferner, wenn man insonderheit auf fallende Körper Acht hat: so würde der Körper, indem er durch die ganze Linie D F fällt, nicht mehr als die Geschwindigkeit erlangen, die er bey dem Falle durch die Perpendicularlinie D E erlangen kan; dahingegen er, wenn er durch eine Perpendicularlinie = D F fallen solte, seine Geschwindigkeit viel grösser werden würde § 140, 145. Seine Bewegung hat also auf einer schiefen Fläche weniger Vermögen, und kan durch eine geringere Kraft aufgehalten werden, als wenn er perpendicular fiele, und es lehret es auch der Augenschein, daß dieses um so viel mehr statt findet, ie einen kleinern Winkel die schiefe Fläche mit dem Horizonte machet. Eben dieses kan man auch darauf appliciren, wenn die Last nur erhalten

werden

werden soll, weil die Grösse der todten Kräfte nach ihrer virtualen Geschwindigkeit zu schätzen ist § 109. Ferner ist a priori klar, daß viel daran gelegen ist, ob die Directionslinie der Kraft mit der Fläche selbst, oder aber mit der Grundlinie parallel gehet. Denn im erstern Falle behält die Kraft ihr ganzes Vermögen, im andern aber wird dasselbe zu zwey Effecten angewandt, und also zertheilet. Denn wenn die Directionslinie der Kraft mit der Grundlinie parallel gehet; so wird ein Theil derselben zu einem Zuge oder Stoße der Last gegen die Fläche selbst angewandt § 113; folglich wirket so dann die Kraft nicht so vortheilhaft, als wenn ihre Direction der Fläche parallel gienge. Wenn man nun aber die iezt erklärten Zertheilungen der Kraft und Last genau bestimmen, und ausmachen will, mit wie viel Vortheil iedesmal eine Kraft wirket, welche eine Last auf einer schiefen Fläche erhalten soll; so gehet solches leichte an, wenn man das Gesetz vom Hebel dazu nimmt. Man abstrahire die Linie, darinnen der Mittelpunct der Schwere der Last ist, und in derselben den Punct, auf welchen die Directionslinie der Kraft zugehet C, und bilde sich von demselben an eine steiffe Perpendicularlinie Cu auf die schiefe Fläche ein, und von dem Ende derselben u, wo sie die Fläche berühret, eine andere

 steiffe

steiffe Perpendicularlinie u i, auf diejenige Linie, darinnen der Mittelpunct der Schwere befindlich ist; so hat man die drey Puncte, welche nöthig sind, sich einen Hebel Cui zu abstrahiren. Der Ruhepunct ist u. Denn das ist derjenige, über welchem die Last erhalten werden soll. Der Punct, wo die Last gedacht werden muß, ist i. Denn es ist einerley, ob der ganze Körper schwer ist, oder ob alle seine Schwere in dem Mittelpuncte der Schwere beysammen wäre, welcher in der Linie C i ist, und dessen Entfernung vom Ruhepuncte demnach nach der Linie u i zu ermessen ist, an welcher die Last rechtwinklicht drücket, und demnach ihr ganzes Vermögen hat. Was aber die Kraft betrifft, so ist ihre Entfernung vom Ruhepuncte Cu, wenn sie mit der Fläche parallel ist. Denn daselbst ist sie rechtwinklicht applicirt. Ist aber ihre Direction mit der Grundlinie parallel; so ist ihre Entfernung nach der Perpendicularlinie o u zu schätzen. Es verhält sich aber u i zu u C wie D E zu D F. Folglich wenn die mit der Fläche parallel ziehende Kraft sich zu der Last eben so verhält; so halten sie einander im Gleichgewichte. Ferner wie o C ∺ u i zu o u, so D E zu E F. Folglich wenn die mit der Grundlinie parallel ziehende Kraft sich zu der Last verhält, wie die Höhe der Fläche

DE

DE zu der Grundlinie EF, so halten sie einander in Ruhe §. 165.

§ 168.

Anwendung der vorigen Regel auf die Schrauben und Keile.

Zu den schiefliegenden Flächen gehören auch die Schrauben und Keile. Denn die Schraube ist eine schiefe Fläche, welche um eine Welle herumgehet; und die Kraft wirket mit der Grundlinie parallel. Demnach 45) verhält sich bey Schrauben die todte Kraft zu der Last wie die Weite der Schraubengänge zur Peripherie der Schraube. Folglich sind die Schrauben desto vermögend[*], ie enger die Schraubengänge sind. 46) Bey dem Keile verhält sich die Kraft zu der Last, wie die Dicke des Keiles zu der Länge desselben. Denn ein Keil ist ein Prisma, welches durch die geradelinichte Bewegung eines Dreyeckes beschrieben wird, und dessen man sich bedienet feste Körper aus einander zu treiben. Ist nun das Dreyeck rechtwinklicht, und also der Keil einfach; so brauchet die Regel weiter keines Beweises. Hat aber das Dreyeck an der Grundfläche spitzige Winkel; so muß man sich den Keil als aus zwey schiefen Flächen, die neben einander liegen, zusammengesetzt vorstellen, in deren iedwedem sich die Kraft zu der Last verhält, wie die Dicke zur Länge, und die nur zugleich wirken. Weil nun, indem der Keil

Bey Schrauben verhält sich die Kraft zu der Last, wie die Weite der Schraubengänge zur Peripherie, bey dem Keile aber, wie die Dicke des Keiles zur Länge desselben.

hineingetrieben wird, die Last wirklich um die ganze Dicke des Keiles, und also um die Perpendicularhöhen beyder einfachen Keile aus einander getrieben und beweget wird, welches der Raum ist, den die Last durchwandert: dahingegen der Keil seine eigene Länge nicht mehr als einmal zurückleget, welches der Raum ist, durch welchen sich die Kraft beweget: so muß auch das Verhältniß der Kraft zu der Last bey dem Keile nach der ganzen Dicke desselben zu der Länge bestimmet werden. Denn die Kraft und Last halten einander in Ruhe, wenn der Raum, durch den die Last beweget werden müßte, zu dem Raume, durch den die Kraft beweget würde, sich verhält, wie die Kraft zu der Last § 162. Es sey z. E. (fig. 29) F G ∺ 2 und A H ∺ 4, A, B und C aber Gewichte, deren A ∺ 1 Pfund auf dem Keile F G H aufliegt, B und C aber durch irgend eine Kraft in diesem Stande erhalten werden, und iedes mit einem Pfunde Kraft widerstehen, wenn sie auf die Seite geschoben werden solten. Solte sich nun in diesem Zustande der Keil herunter bewegen, daß B und C in D und E, um die Breite des Keiles F G von einander kämen, so würden gleiche Bewegungen einander überwinden müssen. Denn in dem einen Falle würde 1 Pfund durch 2 solche Räume beweget, um deren einen im andern Falle 2 Pfund aus einander

geschoben

geschoben werden, welches so viel ist, als würde dort 1 Pfund durch 4 Räume, und hier 2 Pfund durch 2 Räume beweget. Diese Bewegungen aber sind einander gleich. Es wird also das Vermögen des Keiles dadurch geschwächet, wenn er dicker wird, welches auch daraus leichte zu begreiffen ist, weil bey dem Hineintreiben des Keiles der Druck des festen Körpers gegen den Keil selbst der wirkenden Kraft unter einem so viel grössern Winkel widerstehet, ie dicker der Keil ist, und hingegen unter einem so viel spitzigern Winkel, ie dünner er ist § 113. Nach der Regel des Keiles wirken z. E. die Messer.

§ 169.

Von beweglichen Rollen. Wenn die Stricke parallel sind, so verhält sich die Kraft zu der Last, wie eins zu der Anzahl der Seile.

Eine Rolle heisset ein um seine Axe bewegliches Rad oder Scheibe, welches durch die Bewegung eines an seiner Peripherie scharf anliegenden Strickes, oder dergleichen etwas, um seinen Mittelpunct beweget wird. Eine bewegliche Rolle heisset, welche sich nicht nur um ihre Axe drehet, sondern deren Mittelpunct, dafern eine Bewegung erfolgen sollte, selbst beweget, z. E. gehoben, wird. Diejenigen Rollen, deren Mittelpunct unbeweglich ist, und die nur um ihre Axe gedrehet werden, verändern das mechanische Vermögen der Kraft gar nicht, welche an einem darüber gezogenen Stricke ziehet, sondern werden

nur

nur gebraucht, um das Reiben zu vermeiden, oder sonst eine beqvemere Application der Kraft möglich zu machen. Die bewegliche Rolle aber A B (fig. 30) machet die Kraft vermögender. In der Zusammensetzung machet sie den Kloben aus (fig. 31). Es kan aber auch die Zusammensetzung noch auf viel andere Art gemachet werden*. Die Hauptregel davon ist diese: 47) **Wenn bey beweglichen Rollen die Stricke parallel sind; so verhält sich die todte Kraft zu der Last, wie 1 zu der Anzahl der Seile.** Wenn man nur eine bewegliche Rolle A B vor sich hat, so kan man dieselbe als einen vectem homodromum § 164 ansehen. Denn die Last P ziehet in C: und weil der Punct A fest ist, und den Ruhepunct vorstellet; so ist die Entfernung der Kraft A B, und die Entfernung der Last A C. Weil sich aber solches nicht auf den Kloben, wenigstens nicht ohne Schwierigkeit, appliciren lässet; so ist es besser, den Beweis aus dem Hauptsatze § 162 unmittelbar herzunehmen.

* Siehe davon z. E. Hrn. Muschenbroek elem. phys. § 335. Gravesande Phys. elem. math. L. I C. 13. Varignon nouvelle Mecanique Theor. XVII p. 251 &c. allwo auch bestimmet wird, wie das Vermögen zu berechnen, wenn die Stricke nicht parallel ziehen, und die Rollen nicht von einerley Grösse sind.

men. Nemlich wenn die Last da, wo bewegliche Rollen zu heben sind, um einen gewissen Raum z. E. K K gehoben werden soll; so ist solches nicht anders möglich, als daß alle Stricke so viel verkürzet werden. Wenn dieses geschehen soll, so muß sich die Kraft in E oder V so weit fortbewegen, als die sämmtlichen Stricke verkürzt werden. Folglich ist ihre Bewegung so vielmal geschwinder, als die Bewegung der Last, so viel parallele Stricke da sind. Weil sich nun die Kraft zu der Last verhalten muß, wie die Geschwindigkeit der Last zu der Geschwindigkeit der Kraft, wenn sie einander in Ruhe halten § 162: so verhält sich die Kraft zu der Last wie eins zu der Anzahl der Seile. Z. E. In E muß die Kraft durch 2 Räume gehen, wenn die Last durch einen gehoben wird. Sie brauchet also nur halb so groß zu seyn, um sie zu erhalten. In V muß sie durch 5 Räume gehen, wenn die Last durch einen gehoben wird. Wenn sie daher $\frac{1}{5}$ ist, so kan sie dieselbe erhalten.

§ 170.

Eine Regel von der Kraft an einem ausgespannten Faden.

Die Kraft, welche sich zwischen

Es ist nun noch die Kraft an einem ausgespannten Seile oder Faden übrig § 163, welche mit Vortheil wirket, wenn sie sich zwischen dem festen Puncte, und dem Puncte, wo die Last applicirt ist, befindet. Ich werde von derselben nach meinem

dem festen Puncte und dem Puncte der Last befindet, hält diese in Ruhe, wenn sie sich zu der Last verhält, wie der Unterschied zwischen der Länge des heruntergezogenen Fadens und der Horizontallinie zwischen den festen Puncten zu der Perpendicularhöhe, um welche er heruntergezogen worden.

meinem Endzwecke nur einen einzigen Fall vorstellen, von welchem ich glaube, daß er in der Naturlehre der brauchbarste ist, und nach welchem man sich unzehliche andere durch eine Achnlichkeit mit diesem wird vorstellen können, zumal weil man in der Naturlehre gar oft nicht mehr nöthig hat, als überhaupt begreiffen zu können, ob und wodurch eine Wirkung bey gewissen Umständen möglich ist, und die genauere Berechnung der Grössen der Mathematik zu überlassen ist (fig. 32). Ich setze den Faden A C B vollkommen biegsam, und ohne Schwere, und die Kraft E in der Mitten desselben aufgehängt, die Last aber in F.

48) **Wenn sich die Kraft E zu der Last F verhält, wie der Unterschied zwischen der Länge des herunter gezogenen Fadens A C + C B, und der horizontalen, oder überhaupt der geraden, Linie A B, zwischen den festen Puncten A und B, zu der Perpendicularhöhe, um welche er herunter gezogen worden D C, oder, welches gleich viel ist, wie der zweymal genommene Unterschied zwischen C B und D B zu der Linie D C: so halten sie einander in Ruhe.** Es sey die Kraft E = 2, die Last F = 3, die Linie CB = AC = 5, die Linie D B = AD = 4; so ist D C vermöge des Pythagorischen Lehrsatzes = 3, und der zweymal genommene Unterschied zwischen D B und

CB = 2. Ich sage, so halten die Kraft und Last einander in Ruhe. Denn sollte sich die Last herunter bewegen, daß der Faden in die Linie ADB käme; so müßte sie, weil der Unterschied zwischen ADD und AC + CB nicht mehr als 2 ist, sich um 2 Räume bewegen, indem die Kraft E um 3 dergleichen Räume gehoben würde. Es würden demnach z. E. im ersten Falle 3 Pfund durch 2 Räume, und im andern 2 Pfund durch 3 Räume bewegt, welche Bewegungen gleich sind; oder, welches eben so viel ist, die Geschwindigkeit der Last verhielte sich zur Geschwindigkeit der Kraft, wie die Kraft zu der Last. Sie können daher einander nicht bewegen, sondern bleiben in Ruhe, obgleich E an sich von geringerer Kraft als F ist. Der Grund demnach, warum die Kraft gegen die Last mit Vortheil wirket, lieget darinnen, daß die Perpendicularlinie DC, um welche der Faden herunter gezogen war, grösser ist, als der Unterschied zwischen der Länge des heruntergezogenen Fadens AC + CB und der Horizontallinie AB. Es würde aber dieses Verhältniß verändert, wenn man bey einerley Länge der Linie DB die Perpendicularlinie DC verlängern wolte. Denn wenn man DC in gewisser Proportion verlängert; so wird der Unterschied zwischen DB und der hypotenusa in noch grösserer Proportion vergrössert, und wenn

CI ≠ DG; so ist I H grösser als 2 mal CG. Denn wenn DI = 6 ist; so ist vermöge des Pythagorischen Lehrsatzes I B bey nahe = 7. Es kommt also, wenn D C verlängert wird, die Differenz zwischen AC + CB und AD + DB der Länge der Perpendicularlinie DC immer näher, wodurch das Vermögen der Kraft immer geringer wird. Es steiget also die Kraft so lange herab, bis der Unterschied der Länge des Fadens und der Horizontallinie zu der Perpendicularlinie eben das rechte Verhältniß hat, nemlich eben das, welches die Kraft zu der Last hat. Solte in unserm Exempel DC = 6 seyn, so müßte E = F seyn. Da aber E = 2 und F = 3 angenommen worden; so muß die Last die Kraft so lange bewegen, bis DC = 3 ist. Denn indem E durch 3 Räume aus I in C gehoben wird; so ist dessen Bewegung = 6: und indem F durch 4 Räume herunter gehet; so ist die Bewegung desselben = 12. Folglich kan F so lange E überwinden, bis DC = 3 wird. Man verstehet hieraus zugleich, daß die Kraft immer vermögender wird, ie länger der Faden ist. Denn wenn DC einerley bleibet, und DB wird verlängert; so wird der Unterschied zwischen DB und CB immer kleiner, weil der Bogen DH in einem grossen Cirkel von der tangente nicht so geschwind abweichet, als in einem kleinen Cirkel. Daher wenn

DB

D B verlängert wird, so kan E kleiner seyn, und doch in der Distanz D C unter der Horizontallinie A D B hangen bleiben, weil E der doppelten Differenz zwischen D B und C B gleich ist, welche iezt kleiner ist, als vorhin *. Hieraus lässet sich zum Theil die Krümme einer lang gezogenen Kette, oder eines starken Seiles begreiffen. Denn die Schwere derselben stellet in ihrem Mittelpuncte der Schwere eine solche Kraft an einem ausgespannten Faden vor. Es kommen aber auch noch andere Gründe darzu. Denn bey gewisser Stärke der Kette oder des Seiles kan die ziehende Kraft in F niemals ganz und gleichförmig hineinwirken; daher sie auch alsdenn durch die gröste Gewalt nicht gerade zu bringen sind. Daher brauchet die Kettenlinie eine besondere und schwere Untersuchung, welche hierher nicht gehöret. Gleichermaßen lässet sich daraus grossentheils begreiffen, warum man durch Aufblasung einer oder etlicher mit einander verbundener Blasen, ein ziemlich grosses Gewichte, welches unten

* Wie der Punct C zu finden ist, darinnen die an einem vollkommen biegsamen Faden befindliche Kraft E in Ruhe kommt, wenn der feste Punct A mit dem obern Puncte der Rolle B nicht in einer Horizontallinie ist, siehe in Varignon nouvelle Mecanique P. II probl. 8 pag. 314 &c.

ten daran befindlich ist, heben kan *. Denn dem blasenden kan die Luft nur in einem kleinen Raume widerstehen, weil ihr Druck in die ganze Fläche der Blase vertheilet wird. Hingegen da man sich die Blase als aus lauter Fäden zusammen gesetzt vorstellen kan; so bekommt iedwedes Lufttheilgen, indem es gegen die Blase drücket, das Vermögen einer Kraft an einem ausgespannten Faden, davon wir ietzo geredet haben. Wenn die krumme Linie genauer untersuchet werden soll, welche ein biegsamer Körper annimmt, wenn er durch eine Gewalt gedrückt wird, welche auf eine ähnliche Art, mit der ietzt beschriebenen Kraft an einem ausgespannten Faden, wirket: so ist Achtung zu geben, ob die Kraft in allen Puncten senkrecht drücke, z. E. die Luft in einer Wasserblase, oder ob sie nach parallelen Linien drücket, z. E. das Wasser auf ein dichtes Tuch, oder der Wind an die Segel. Im ersten Falle entstehet die Bemühung, einen Cirkelbogen auszubeugen, im andern Falle aber muß es eine andere krumme Linie werden. Die Structur und Festigkeit der Körper aber, nebst andern zufälligen Ursachen, könen auch wichtige Veränderungen dabey veranlassen **.

§ 171.

* Nolet Phys. experim. Tom. III p. 165 &c. Jo. Bernoulli, Tom. I opp. p. 108 &c.

** Siehe Jo. Bernoulli opera Tom. I p. 105 &c. Tom. III pag. 491 - 518.

§ 171.

Ein flüßiger Körper heisset derjenige, dessen Theile durch blosse Berührung in einen Zusammenhang treten, iedoch keinen festen Zusammenhang bekommen, sondern einen solchen, der durch eine kleine Kraft getrennet werden kan; daher sie die Figur des Gefäßes, worinnen sie sich befinden, genau annehmen, und, wenn sie schwer sind, oben eine ebene Horizontalfläche machen. Was die Ursachen der Flüßigkeit sind, davon wird weiter unten zu reden seyn. Jetzo aber müssen wir, damit die Gesetze der Bewegung beysammen bleiben, die wichtigsten von denenjenigen Regeln ihrer Bewegung bemerken, welche mit Hinzunehmung der vorigen Gesetze der Bewegung aus dem Begriffe der Flüßigkeit verstanden werden können, und welche die Erfahrung von ihnen mit einer Allgemeinheit lehret.

Regeln der Bewegung von den flüßigen Körpern.

49) Wenn ein flüßiger Körper, der in einem Gefäße oder Raume eingeschlossen ist, gedrückt wird; so entstehet in allen gleich grossen Theilen der Fläche desselben Gefässes oder Raumes gleich viel Druck. Dieses folget so gleich aus der Beweglichkeit der Theile eines flüßigen Körpers. Man stelle sich z. E. die flüßige Materie in einem Würfel eingeschlossen vor, und setze, daß eine von den Wänden desselben, welche beweglich ist, mit 10 Pfund Kraft gedrückt

Wenn ein flüßiger Körper, der in einen Raum eingeschlossen ist, gedrückt wird; so entstehet in allen gleich grossen Theilen gleichviel Druck.

wird. Weil ich setze, daß keine von den Wänden ausweichet; so ist klar, daß wegen der Beweglichkeit der flüßigen Theile der Druck gegen alle Wände auf einerley Art fortgebracht wird; und die Druckkraft gehet durch alle Theile eben so durch, als wie in einem geraden gezogenen Seile die ziehende Kraft sich in dem einen der hinter einander folgenden Puncte, wie in dem andern, äussert. Dieses ist von der Beweglichkeit der flüßigen Theile ein existentialischer Effect, Log. § 141. Denn der Theil des Flüßigen, welcher an der gedrückten Fläche zunächst liegt, kan wegen der Beweglichkeit der Theile nicht anders weichen, oder in eine Bemühung auszuweichen kommen, als dergestalt, daß dergleichen in allen übrigen Theilen ebenfalls zugleich entstehet. Demnach wird jede Wand des Würfels mit 10 Pfund Kraft gedrücket. Solte aber eine unter den Wänden plötzlich weichen; so würde der flüßige Körper doch mit nicht mehr als 10 Pfund Kraft herausdringen, und der Druck würde an den andern Wänden sogleich nachlassen. Hieraus erhellet zugleich, daß hierdurch die Wirkung nicht etwan grösser, als ihre Ursache, wird. Denn der Druck gegen alle Seiten, so lange das Flüssige eingeschlossen war, ist eine Folge von zweyen Ursachen zusammen, nemlich von der absoluten drückenden Kraft, und von

der

der Natur der Flüßigkeit. Wenn aber eine Wand des Würfels weichet; so wird auch der absolute Effect nicht grösser, als seine absolute druckende Ursache war. Aus diesem Gesetze kan man z. E. erklären, wie, wenn die Fäden, daraus die Nerven bestehen, hohl angenommen werden, und ein einziges Röhrgen, welches seinen Ursprung im Gehirne hat, sich hernach in viele tausend Aeste zertheilet, dennoch, wenn in dem Stamme ein Druck geschiehet, in allen Aesten davon ein gleich grosser Druck entstehen muß, wodurch die in dem Stamme drückende Kraft unaussprechlich vermögend gemacht wird. Es ist zu merken, daß ich in dieser Regel noch nicht annehme, daß das Flüßige schwer seyn soll. Wenn es daher schwer ist, und durch eine äusserliche Gewalt gedrücket wird; so ist der Druck gegen alle Seiten, welcher durch die äusserliche Gewalt vermittelst der Flüßigkeit des Körpers determiniret wird, von dem Drucke noch immer zu unterscheiden, welchen die untern Theile von den obern der Schwere wegen leiden, und welcher ausser dem vorigen noch einen besondern proportionirten Druck gegen alle Seiten bey ihnen determiniret, welcher auch da seyn würde, wenn der äussere Druck aufhörte, und welcher nur ietzo mit jenem zugleich wirckt. Z. E. Wenn der Würfel mit einem schweren Flüßigen erfüllet ist; und

Erinnerung, daß der Druck der Schwere des Flüßigen ausser dem äusserlichen Drucke besonders zu berechnen ist.

auf dem beweglichen Deckel liegen 10 Pf. Last: so hat der Boden ausser denen 10 Pfund Druck, welcher gegen alle Seiten geschiehet, auch noch die Schwere des Flüssigen zu tragen. So trägt auch ieder Theil, über welchem noch andere liegen, nach Proportion seiner Lage die Schwere des über ihm befindlichen Flüßigen, und seine Kraft gegen die Wände zu drücken erhält dadurch einen proportionirten Zusatz. Der Deckel selbst aber leidet wegen des Druckes gegen alle Seiten, der aus der blossen Flüßigkeit folget, 10 Pfund Rückdruck. Und so viel Druck würde auch der Boden, und eine iede Wand leiden, gesetzt, daß das Flüßige in dem Würfel gar nicht schwer wäre *.

§ 172.

Daher drucket ieder Theil eines Flüßigen so viel gegen alle übrigen, als diese gegen ihn.

Wenn man sich daher die flüßige Materie in einem Gefäße, welche einen Druck gegen einander ausübet, die Ursache sey, welche sie wolle, in Gedanken nach Belieben in Abtheilungen vorstellet; so folget, daß ieder Theil gegen alle übrigen so viel zurück drucket, als jene sämtlich gegen ihn drucken. Z. E. Man stelle sich das eingeschlossene oder ruhende Wasser in einem Gefäße in lauter Parallelepipedis von beliebiger Grösse vor, so drucket

* Vergl. Hrn. D. J. A. Segners Einleitung in die Naturlehre, § 118 - 120.

drucket iedes so viel gegen die umstehenden, als diese gegen dasselbe drucken. Denn die Flächen, in welchen ein Theil gegen die umstehenden, und in welchen diese gegen ihn wirken, sind gleich.

§ 173.

Ferner folget daraus, daß ein fester schwerer Körper in einem schweren Flüßigen, so viel von seiner Schwere verlieret, als das Flüßige wieget, welches er aus seinem Orte vertreibet. Denn er tritt in dem Raume, gegen welchen das umstehende flüßige drücket, an die Stelle des Flüßigen, welches dahin weichen würde, wenn er selbst weg beweget würde. So stark dasselbe gegen die Seiten und unter sich gedrücket haben würde; so stark wäre es von dem umgebenden Flüßigen gedrücket worden. Folglich wird auch der ietzo da gesetzte feste Körper davon so stark gedrücket. Weil nun dieser Druck der Schwere desselben widerstreitet, so wird ein ihm gleicher Theil von dem Bestreben der Schwere dadurch aufgehoben. Daher darf die Kraft, welche den festen Körper im Wasser erhalten soll, nur so groß als derjenige Theil von dem Bestreben der Schwere seyn, welcher nicht aufgehoben worden. Der Körper scheinet demnach von seiner Schwere etwas verloren zu haben, wiewol die abso-

Ein schwerer Körper verlieret in einem Flüßigen so viel von seiner Schwere, als das Flüßige wieget, welches er aus seinem Orte vertreibet.

lute Kraft einmal wie das andere bleibet. Denn wer z. E. ein Gefäß voll Wasser trägt, darinnen ein anderer Körper befindlich, welcher seine Schwere im Wasser verloren zu haben scheinet, der muß doch die Schwere des Wassers, und die absolute Schwere desselben Körpers zusammen überwinden. Man bedienet sich deswegen des Vortheils, daß man schwere Körper an einer Wage ins Wasser hänget, wenn man die Gravitatem Specificam derselben untersuchen, d. i. finden will, wie sich ihre Schwere in gleich grossen Stücken gegen einander verhält. Von denen dießfalls gemachten Versuchen kan man z. E. ein Register beym Hrn. Muschenbroeck * oder Nolet ** nachsehen.

Wie daraus das Untersinken, Schwimmen und Steigen der Körper im Wasser begreifflich ist.

Wenn daher die Schwere eines Körpers mehr Druck gegen das Wasser ausübet, als das umstehende Wasser gegen den Raum, den er darinnen einnimmt, ausüben würde, d. i. wenn er specifice schwerer als das Wasser ist; so sinket er darinnen, dafern er durch keine andere Kraft gehalten wird, unter. Uebet sie aber weniger Druck aus, als das Wasser, gegen den ganzen Raum ausübet, den er einnehmen müßte, d. i. ist der Körper specifice leichter als Wasser; so schwimmet er, und tauchet sich nur so tief ein, daß er so viel Wasser aus seinem Orte

* elem. phys. § 703.

** phys. experim. Tom. II pag. 393.

te vertreibet, als so viel wiegen würde, als er selbst wieget. Wenn daher ein Körper, der leichter als Wasser ist, durch eine andere Kraft unter dem Wasser gehalten wird; so entstehet in dem Wasser wegen des Druckes gegen alle Seiten eine beständige Bemühung ihn zu heben, und so bald dieselbe Kraft weggeschaffet, oder überwunden worden, wird er wirklich gehoben. Ferner wenn ein Körper grösser wird; so steiget er in dem Wasser weiter herauf, weil er, wenn er an seinem Orte darinnen bleiben sollte, nunmehr einer grössern Menge des Wassers das Gleichgewichte halten müßte, und, da er dieses nicht kan, durch den Druck des Wassers, welcher mit zunehmender Tiefe immer stärker ist, herauf gedränget wird. Durch diesen Vortheil heben sich die Fische, daß sie ihre Substanz vergrössern. Aus eben dem Grunde kan ein specifice schwererer Körper auf dem Wasser schwimmen, wenn er so situiret ist, daß er, wenn er sinken solte, eine grössere Menge Wasser aus seinem Orte vertreiben müßte, als welcher er am Gewichte gleich ist. Z. E. Ein breit liegendes Blech schwimmet, da es, wenn es mit der dünnen Seite ins Wasser gelassen würde, sinken müßte. Wenn daher ein holer Körper dem Wasser, darauf er lieget, die erhabene Seite zukehret, und sich vermöge seiner Schwere noch nicht ganz ein-

tauchet, so muß er darauf schwimmen, gesetzt auch, daß die Materie, woraus er bestehet, an sich von schwerer Art wäre, als das Wasser. Denn er könnte nicht anders sinken, als wenn er mehr Wasser aus seinem Orte vertriebe, als welchem er an Schwere gleich ist. Hierinnen lieget der Grund von dem Schwimmen der Kähne und Schiffe. Weil nun die Schwere so wol, als die todte Kraft, mit welcher die flüßige Materie umher drücket, auch durch eine lebendige Bewegung, in welcher sich ein darinnen befindlicher Körper befindet, überwunden werden kan; so kan sich auch ein specifice schwererer Körper vermittelst der Bewegung darinnen erhalten. Dieses thun z. E. die Vögel in der Luft, und wenn sie unbeweglich zu schweben scheinen, so sind die Bewegungen derselben nur nicht merklich, die kleinen Schwingungen derselben aber desto geschwinder.

§ 174.

In Röhren, welche Gemeinschaft haben, stehet das Flüßige in einerley Perpendicularhöhe.

50) Wenn eine schwere flüßige Materie sich in Röhren, oder überhaupt in Räumen oder Hölen, befindet, da aus der einen eine Oeffnung in die andere gehet; so stehet sie in allen in einerley Perpendicularhöhe, die Röhren mögen ihrer Figur und Lage nach beschaffen seyn, wie sie wollen. Denn gesetzt zwey Röhren wären

ren von gleicher Weite und beyderseits perpendicular; so ist unmittelbar klar, daß das Flüßige, damit sie erfüllet sind, beyderseits mit gleicher Kraft gegen einander wirket, und deswegen, wenn nicht neue Ursachen hinzukommen, nicht eher in Ruhe kommen kan, bis es in beyden gleich hoch stehet. Gesetzt ferner, daß bey einerley Weite eine unter beyden, oder auch beyde, schief stehen; so ist doch der Druck, den die schiefstehende auszuüben vermag, nur nach der Perpendicularhöhe zu ermessen. Denn der übrige Theil ihres Druckes wird auf die schiefliegende Fläche aufgeleget § 145, 167. Eben dieses kan man ganz leichte auch also begreiffen, wenn man setzet, wie an seinem Orte erwiesen wird, daß man sich die Theilgen der flüßigen Körper als Kugeln vorzustellen hat. Der ganze Druck der flüßigen Säule A B (fig. 33) ist in B beysammen, und der Druck der Säule D C in C. Nun stelle man sich zwey Theilgen des Flüßigen in C und B als Kugeln vor. Was aber von einem gilt, wird wegen Aehnlichkeit der Gründe von allen gelten müssen. Weil gleiche Kugeln gegen einander directe stoßen; so ist B eine Kraft, welche die Last D C auf einer schiefen Fläche erhalten soll, und mit der Fläche parallel stößet. Sie muß sich also zu der Last verhalten, wie die Höhe D E zu DC, wenn sie dieselbe in Ruhe erhalten

soll

soll §167. Dieses geschiehet, wenn AB = DE ist. Ferner wenn die eine Röhre weiter wäre als die andere, z. E. 4 mal so weit; so könnte das Flüßige in der weiten Röhre nicht anders fallen, als daß, indem es um einen Raum fiele, das Flüßige in der engen Röhre um 4 Räume steigen müßte, welche Bewegungen gleich sind, und daher einander nicht überwinden können. Endlich ist überhaupt wegen des erwiesenen Druckes der flüßigen Materien gegen alle Seiten § 171 nichts daran gelegen, von was vor Figur und Lage auch die Röhren sind. Denn weil in allen gleich grossen Flächen gleichviel Druck wirket; so drücket, so bald der schwere flüßige Körper allenthalben einerley Perpendicularhöhe hat, gegen ieden Theil nur ein anderer proportionirter gleich grosser Theil, und die Nebentheile halten einander schon vor sich in Ruhe. Eher aber, als einerley Perpendicularhöhe allenthalben da ist, kan solches nicht geschehen, weil in unserm Falle die Schwere eben die thätige Ursache ist, von welcher der Druck gegen alle Seiten verursachet wird. Denn man mache z. E. die Säule A B in A H I B dreymal so groß; so wird gegen D C doch nicht mehr als die Säule A B drucken. Denn F G leidet von A B so viel Rückdruck, als es selbst drücken kan, und eben dergleichen leidet H I von F G. Es wirket demnach

AB

A B eben so, als wenn F G und H I gar nicht da wären. Eben so findet man es, wenn man auf der andern Seite noch den ganzen Raum D E C D, ja auch die Krümmung L K zu der Röhre D L K C hinzusetzet. Denn die obere Fläche der Röhre D L K C drücket gegen das flüßige in L K so stark, als jenes gegen sie drucket. Die untere Fläche thut eben dieses in Ansehung des Flüßigen in D E C D. Wenn man sich daher in dem ganzen Raume die Röhre D L C K abstrahiret; so wirket sie gegen B noch immer eben so, als ob die zugesetzten Stücke gar nicht da wären. Wäre hingegen die Perpendicularhöhe ungleich, und auf der einen Seite stünde z. E. das Flüßige bis in O O; so wäre die Schwere des Stückes O A H O eine über das vorige hinzukommende Ursache: und weil sie den Druck gegen alle Seiten vermehret; so muß das Flüßige so lange herunter sinken, bis wiederum allenthalben einerley Perpendicularhöhe zu wege gebracht worden.

§ 175.

Wenn ein verschlossener mit Wasser gefüllter Raum mit einer höhern Wassersäule Gemeinschaft hat; so leidet die

Wenn daher ein verschlossener und mit Wasser, oder einem andern schweren Flüßigen, gefüllter Raum mit einer Wassersäule von einer grössern Perpendicularhöhe Gemeinschaft hat; so leidet die Decke des Raumes so viel Druck, als sie von einer Wassersäule

leiden

Decke so viel Druck, als sie von einer Wassersäule leiden würde, davon sie die Grundfläche ist, und welche mit jener von einerley Höhe wäre.

leiden würde, davon sie die Grundfläche ist, und welche eben die Perpendicularhöhe hätte, welche das Wasser der höhern Säule hat, aus welcher nach jenem Raume eine Oefnung gehet. Z. E. Wenn in dem Gefäße A B (fig. 34), welches voll Wasser gesetzet wird, der Deckel beweglich ist; und in der Röhre D C wird Wasser bis in D zugegossen: so leidet der Deckel eben so viel Druck, als wenn er durch dio Wassersäule F E K I gedrückt würde. Daher werden auch die aufliegenden Gewichte, bis zu einer proportionirten Erhöhung in die Höhe getrieben. Es erhellet zugleich daraus, daß das Wasser in der Röhre D C zur Hebung des Deckels so viel vortheilhafter gebrauchet werden kan, wenn die Röhre D C enge ist, und also ihre Grundfläche gegen die Fläche des Deckels ein grosses Verhältniß hat, als wenn sie weiter ist. Denn das Wasser ist in Bestrebung, in Röhren, welche Gemeinschaft haben, gleich hoch zu stehen § 174: und da vermöge des Druckes flüßiger Körper gegen alle Seiten in allen gleich grossen Flächentheilen des Gefäßes gleich viel Druck entstehet § 171; so muß der Druck der Wassersäule D C nothwendig in allen Theilen der Fläche des Dekels, die ihrer Grundfläche gleich sind, einen seinem Gewichte selbst gleichen Druck verursachen; daher der ganze Druck, welchen der Deckel

leidet,

leidet, so groß wird, als der Druck der ganzen Wassersäule F E K I, und solches durch weniger Wasser bewerkstelliget wird, wenn die Röhre enger ist. Es ist auch einerley, ob man sich die Wassersäule in der Mitten des Deckels, oder ausser dem Gefäße in G H zwischen G und L vorstellet. Dieser Satz hat in Absicht auf die unterirdischen Wasserhölen gar viel zu sagen. Denn wenn eine unterirdische See eine Hölung ausfüllet, da das Gewölbe an sich selbst zum halten nicht fest genug ist; so wird doch der Druck des Wassers gegen die Decke desselben es erhalten können, dafern das Wasserbehältniß mit einer andern Wassersäule von gnugsam grösserer Perpendicularhöhe Gemeinschaft hat. Solte aber diese Gemeinschaft durch ein Erdbeben oder andern Zufall aufgehoben werden; so wird das Gewölbe einstürzen. Daher hat auf diese Weise Herr Heinrich Kühn, Professor zu Danzig, den Untergang der Stadt Plürs im Graubünderlande mit grosser Scharfsinnigkeit begreifflich gemacht *.

§ 176.

Flüßige Materien von verschiedener Art hal-

Es verstehet sich von sich selbst, daß, indem bisher behauptet worden, daß das Flüßige in verschiedenen Röhren, welche Gemein-

* Siehe desselben Buch vom Ursprunge der Quellen und des Grundwassers p. 98.

ten einander die Wage, wenn sich die Perpendicularhöhen verhalten; wie die besondere Schwere derselben umgekehrt.

Gemeinschaft haben, gleich hoch stehet, vorausgesetzet wird, daß das Flüßige in beyden durchgängig von einerley Schwere seyn, auch keine zufällige Ursache, die eine Veränderung wirken kan, sich mit einmischen muß. Ist daher das Flüßige von verschiedener Schwere; so wird es einander die Wage halten, wenn sich die Perpendicularhöhen der Säulen, die aus flüßigen Materien von verschiedener Art bestehen, eben so verhalten, wie die besondere Schwere derselben umgekehrt. Z. E. Weil das Qveckſilber bey nahe 14 mal so schwer als das Wasser ist; so wird eine Qveckſilbersäule einer Wassersäule von gleicher Grundfläche die Wage halten, wenn die letztere 14 mal so lang als jene ist. Dieser Umstand ist in Betrachtung des Meerwassers und Ursprungs der Flüße von grossem Nutzen, weil das Meerwasser in der Tiefe immer schwerer wird, indem es immer gesalzener wird, und das Salzwasser schwerer als das süsse ist.

§ 177.

Warum die vorigen Regeln bey den Wasserkünsten nicht völlig einzutreffen scheinen.

Wenn man auf die zufälligen Ursachen Achtung giebt; so fallen auch die Einwürfe hinweg, welche man wider die Regel § 174 aus denen Erfahrungen von den Wasserkünsten und Haarröhrgen hernehmen könnte. In denen Wasserkünsten

steiget

steiget das Wasser nicht völlig so hoch, als es gefallen. Allein wenn man von den Röhren der Wasserkunst redet, welche mit einander Gemeinschaft haben; so lieget es, anderer zufälligen Ursachen zu geschweigen, ordentlicher Weise daran, daß wegen ermangelnder gnugsamer Menge des Wassers entweder die Wassersäule, da wo das Wasser fällt, nicht beständig ganz ist, oder daß zur gehörigen Vertheilung in alle Röhren nicht beständig Wasser genug vorhanden ist *, daher sich auch der Druck des Wassers gegen alle Seiten nicht völlig äussern kan, von welchem gleichwohl die ähnliche Perpendicularhöhe in allen Röhren abhanget. Redet man aber von der Höhe, zu welcher das springende Wasser durch die Höhe seines Falles determiniret werden soll; so ist es schon vergeblich, auch nur zu verlangen, daß das springende Wasser völlig so hoch steigen soll, als es gefallen ist. Denn die Wassersäule bleibt, indem das Wasser springet, nicht ganz, und wird nicht wie in dem Gefäße durch das Zurückwirken der unbeweglichen Wände unterstützet. Es wird vielmehr zertheilet, und muß den Widerstand der Luft in einer grössern Fläche überwinden, wodurch dem Vermögen der Kraft, wodurch es gehoben

* s'Gravesande Phys. elem. math. T. I pag. 454 &c.

hoben werden solte, nothwendig etwas abgehet. Ja es würde aus diesem Grunde, daß die Wassersäule nicht ganz bleibet, nicht einmal das Springen selbst zu Wege zu bringen seyn, wenn es nicht vermittelst der Elasticität durch die enge Oeffnung der Röhre bestimmet würde, davon aber ietzo noch nicht Zeit zu reden ist.

§ 178.

Vom Steigen flüßiger Materien in den Haar-Röhrgen.

Haarröhrgen nennet man solche, deren Hölung, oder Weite im Lichten, sehr klein ist. Die Erfahrung lehret von denenselben, daß das Wasser, und andere flüßige Materien, nur das Queckfilber und geschmolzene Metalle ausgenommen, darinnen höher steigen, als die Oberfläche der Masse ist, damit die Röhre Gemeinschaft hat. Das Queckfilber aber stehet darinnen niedriger als heraussen, welches Herr Nollet auch am geschmolzenen Zinn und Bley versuchet und befunden hat. Beydes, so wol das Steigen als Tieferstehen, geschiehet um so vielmehr, ie enger das Röhrgen ist. Bey dem Steigen sind noch diese Umstände merkwürdig. Das Steigen des Wassers geschiehet nach und nach, im Anfange geschwinder, hernach langsamer, bis es endlich ganz aufhöret *, woraus man siehet, daß die Wirksamkeit der Ursache davon

* S. Hrn. D. G. E. Hambergers elem. phys. p. 117.

davon Grade leidet. Das Steigen geschiehet im luftleeren Raume eben so wol als in der Luft *, daher die Luft mit ihrem Drucke die Ursache davon nicht seyn kan. Es richtet sich auch das Steigen nicht etwan nach der Leichtigkeit der Materie, so daß die leichtere am meisten stiege. Denn der Spiritus Vini steiget am wenigsten **. Endlich geschiehet das Steigen auch, obgleich das Haarröhrgen das Flüßige nur berühret ***, ob ich wol nicht glaube, daß es so dann auch in eben dem Grade erfolge, als wie wenn das Röhrgen in dem Flüßigen tiefer stehet, wie einige vorgeben, weil Herr Nolet gerade das Gegentheil versichert; wiewohl es in einigen Fällen aus besondern zufälligen Ursachen so geschienen haben könnte. Es sind aber diese Erfahrungen dennoch der Regel § 174 von der gleichen Perpendicularhöhe flüßiger Körper in zusammengehenden Röhren nicht zuwider, weil sie von zufälligen Ursachen abhangen, und sich aus denselben bey Setzung unserer Regel als nothwendig begreiffen lassen. Erstlich lieget eine Hauptursache in dem Zusammenhange des Flüßigen mit dem Gefäße; und man unterscheide davon die beyhelfenden Nebenursachen, dergleichen die Zachheit des

* Gravesande Phys. elem. math. T. I p. 20.
** Acta Erud. Lips. 1747 mens. Jul. p. 419.
*** Nolet phys. experim. T. II p. 400 &c.

flüßigen Körpers ist, der steigen soll, dazu auch noch andere zufällige Ursachen, z. E. die Dichtheit und das Reiben nach der Verschiedenheit der flüßigen Materien und der Röhren kommen können. Es ist ietzo noch nicht Zeit von der physikalischen Ursache des Zusammenhanges der Körper zu reden. Die Ursache sey aber, welche sie wolle; so läßet sich schon aus dem gesetzten Begriffe von einem Bestreben zum Zusammenhange zwischen gewissen Körpern begreiffen, daß das Flüßige, welches mit den Haarröhrgen zusammenhanget, darinnen höher steigen, dasjenige aber, welches nicht damit zusammenhanget, darinnen tiefer stehen muß, als die Oberfläche des Flüßigen, damit das Röhrgen Gemeinschaft hat. Denn man betrachte erst den Fall, da das Haarröhrgen in eine flüßige Materie merklich tief eingetauchet ist; so wird sich schon daraus ein höherer oder niedriger Stand gewisser flüßigen Körper in denen Haarröhrgen, als nothwendig begreiffen lassen. Die Ursache, warum das Flüßige in denen zusammengehenden Röhren A C und B D (fig. 35) in gleicher Perpendicularhöhe stehen muß, lag in dem Drucke des Flüßigen gegen alle Seiten § 171, daher, weil gegen B D eine gleich grosse Säule E F G H drucket, B D dadurch mit jener in gleicher Höhe erhalten wird. Ist nun die Säule B D von ansehnlicher

Grösse;

Grösse; so wird der Unterschied, welcher von dem Zusammenhange des Flüßigen mit den Wänden abhangen kan, nicht merklich, und die Regel trifft ein. Dieses muß aber anders erfolgen, wenn ihr Umfang klein ist. Denn wenn ich z. E. sage, das Wasser hängt mit dem Glase zusammen; so dencke ich dabey nichts anders, als daß es damit ein stärckeres Bestreben zum Zusammenhange habe, als die Wassertheilgen unter sich haben. Denn wäre dieses nicht; so würde sich kein Wassertheilgen von denen andern los machen, und an dem Glase hängen bleiben, wenn dieses darein getauchet wird. Das Gegentheil davon ist vorhanden, wenn man saget, daß ein Flüßiges mit einem Körper nicht zusammen hange. Nemlich die Theile des Flüßigen müssen unter sich einen stärckern Zusammenhang haben, als z. E. die Kraft ist, mit welcher sie nach dem Glase getrieben werden können. Nun ist klar, daß die Theile des Wassers, welche mit dem Glase zusammen hangen, nicht mehr gegen das untere drücken können. Ist nun das Röhrgen enge, so betragen sie einen merklichen Theil der Säule B D, und es drücket in dieser in I I nur eine kleinere Säule gegen E G F H, welche letztere dergleichen Abgang nicht leidet, weil sie ganz oder grossentheils mit dem umstehenden Wasser zusammen hänget, welcher Zu-

sammenhang aber geringer, als der mit dem Glase, ist. Folglich muß das Wasser in B D nach Proportion so viel höher steigen, bis der Druck der innern Säule K I I dem Drucke der Säule E G H F gleich wird. Wenn hingegen das Flüßige mit dem Glase nicht zusammenhanget, dergleichen sich bey dem Qveckfilber ereignet, so erfolget das Gegentheil. Die Säule B D leidet durch keinen Zusammenhang mit den Wänden einen Abgang ihres Druckes unter sich, dergleichen hingegen die Säule E F H G durch den Zusammenhang mit dem umstehenden Qveckfilber leidet. Folglich wird B D vermögender, und bleibt tiefer stehen. Zur Bestätigung dienet, daß, wenn man auch das Röhrgen aus dem Wasser herausziehet, ein merklicher Theil, wegen des blossen Zusammenhanges darinnen bleibet; ingleichen daß hingegen das Wasser in dem Röhrgen auch tiefer stehet, wenn die innere Fläche des Röhrgens, oder die Oberfläche des Wassers mit Semine Lycopodii überzogen gewesen, welches den Zusammenhang des Wassers mit dem Glase verhindert *. Man überlege nun hiernächst, daß eine Materie, wenn sie wirklich beweget werden soll, mehr Kraft erfordert, als wenn sie bloß in Ruhe zu erhalten ist; ferner, daß eben deswegen die zu bewegende Materie so viel weniger

* Hr. D. Hamberger l. c. § 173 p. 134.

weniger Kraft erfordert, ie näher sie dem Stande der Ruhe ist; daß das zuerst aufgestiegene Flüßige der Schwere wegen dem nachfolgenden widerstehet, und dieses um so viel mehr, ie höher es schon aufgestiegen ist; endlich daß auch das Reiben den zu bewegenden Körper im Aufsteigen hindert: so wird begreifflich seyn, warum das Steigen im Anfange geschwinder, hernach langsamer geschiehet, bis es endlich gar aufhöret. Weil nun ferner, ie zäher eine Materie ist, desto mehr Kraft dazu gehöret, ehe ein Tropfen davon abgesondert, und in ein enges Röhrgen hineingebracht werden kan; so muß der Grad der Zachheit in die Höhe des Flüßigen in denen Haarröhrgen nothwendig auch einen Einfluß haben. Nemlich das Qveckfilber wird auch schon deswegen in B D niedriger stehen, weil die Säule B D nicht nur vermögender, als ihre gegendrückende, ist, sondern weil auch die Qveckfilbertheilgen stärker als die Wassertheilgen zusammen hangen, und also zur Absonderung der kleinen Portion in D ein gewisser Grad Druck erfordert wird. Eben so werden auch andere zufällige Ursachen iedesmal das ihrige beytragen. Z. E. wie kan der Spiritus Vini so hoch, als gewisse andere Materien, steigen, da er ohne Zweifel seiner geringen Dichtheit wegen gar wenig Zusammenhang mit dem Glase, und auch die gegendruckende Säule seiner

sammenhang aber geringer, als der mit dem Glase, ist. Folglich muß das Wasser in B D nach Proportion so viel höher steigen, bis der Druck der innern Säule K I I dem Drucke der Säule E G H F gleich wird. Wenn hingegen das Flüßige mit dem Glase nicht zusammenhanget, dergleichen sich bey dem Qveckfilber ereignet, so erfolget das Gegentheil. Die Säule B D leidet durch keinen Zusammenhang mit den Wänden einen Abgang ihres Druckes unter sich, dergleichen hingegen die Säule E F H G durch den Zusammenhang mit dem umstehenden Qveckfilber leidet. Folglich wird B D vermögender, und bleibt tiefer stehen. Zur Bestätigung dienet, daß, wenn man auch das Röhrgen aus dem Wasser herausziehet, ein merklicher Theil, wegen des blossen Zusammenhanges darinnen bleibet; ingleichen daß hingegen das Wasser in dem Röhrgen auch tiefer stehet, wenn die innere Fläche des Röhrgens, oder die Oberfläche des Wassers mit Semine Lycopodii überzogen gewesen, welches den Zusammenhang des Wassers mit dem Glase verhindert *. Man überlege nun hiernächst, daß eine Materie, wenn sie wirklich beweget werden soll, mehr Kraft erfordert, als wenn sie bloß in Ruhe zu erhalten ist; ferner, daß eben deswegen die zu bewegende Materie so viel weniger

* Hr. D. Hamberger l. c. § 173 p. 134.

weniger Kraft erfordert, ie näher sie dem Stande der Ruhe ist; daß das zuerst aufgestiegene Flüßige der Schwere wegen dem nachfolgenden widerstehet, und dieses um so viel mehr, ie höher es schon aufgestiegen ist; endlich daß auch das Reiben den zu bewegenden Körper im Aufsteigen hindert: so wird begreifflich seyn, warum das Steigen im Anfange geschwinder, hernach langsamer geschiehet, bis es endlich gar aufhöret. Weil nun ferner, ie zäher eine Materie ist, desto mehr Kraft dazu gehöret, ehe ein Tropfen davon abgesondert, und in ein enges Röhrgen hineingebracht werden kan; so muß der Grad der Zachheit in die Höhe des Flüßigen in denen Haarröhrgen nothwendig auch einen Einfluß haben. Nemlich das Qveckſilber wird auch schon deswegen in B D niedriger stehen, weil die Säule B D nicht nur vermögender, als ihre gegendrückende, ist, sondern weil auch die Qveckſilbertheilgen stärker als die Wassertheilgen zusammen hangen, und also zur Absonderung der kleinen Portion in D ein gewisser Grad Druck erfordert wird. Eben so werden auch andere zufällige Ursachen iedesmal das ihrige beytragen. Z. E. wie kan der Spiritus Vini so hoch, als gewisse andere Materien, steigen, da er ohne Zweifel seiner geringen Dichtheit wegen gar wenig Zusammenhang mit dem Glase, und auch die gegendruckende Säule seiner

geringen Schwere wegen wenig Vermögen hat, und demnach zwey Ursachen vom Steigen bey ihm geringer, als bey andern Flüßigen sind? Endlich ist noch ein Hauptumstand, und welcher wenigstens eben so viel, wo nicht noch mehr, als die ietzt erkärten Ursachen austragen kan, daß bey denen Haarröhrgen sich die Ursachen anbringen lassen, warum flüßige Körper in die Poros der festen eindringen, davon weiter unten an seinem Orte gehandelt werden wird. Es geschiehet aus mechanischen Gründen, daß die Theilgen, welche geschickt sind, mit dem Glase zusammen zu hängen, in einem sehr engen Röhrgen, einen schwächern Widerstand antreffen, und deswegen dahin weichen, so lange bis das Uebergewichte ihrer Schwere es nicht weiter gestattet. Aus diesem Grunde muß auch das Wasser schon in das Haarröhrgen steigen, so bald dieses auch nur die Fläche desselben berühret, wiefern nur nicht etwan das Reiben, und eine Unreinigkeit an der innern Fläche des Röhrgens, solches verhindert. Uebrigens sind die Erfahrungen von den Haarröhrgen deswegen von grosser Wichtigkeit, weil sie zur Erklärung gar vieler Begebenheiten in der Natur gebrauchet werden können, z. E. wie sich das Wasser durch ein ganzes leinenes Tuch ziehet, davon nur ein Stück darein hänget, wie die kleinsten Röhrgen in denen

Körpern

Körpern der Thiere und Pflanzen den Saft gleichsam saugen und in sich ziehen u. s. w.

§ 179.

51) Wenn ein fester Körper in einem flüßigen, welcher sich im Kreise herum beweget, dergestalt beweget wird, daß seine Bewegung von der Bewegung des Flüßigen allein abhanget; so wird er in einer Schneckenlinie gegen den Mittelpunct zugetrieben: hanget aber die Bewegung desselben nicht bloß von der Bewegung des Flüßigen ab, sondern zugleich von den Stößen, welche der feste Körper von dem herumgedreheten Boden des Gefäßes bekömmt, auf welchem er aufflieget; so wird er in einer Schneckenlinie von dem Mittelpuncte hinweg nach der Peripherie getrieben, und endlich an derselben herum getrieben. Denn im ersten Falle wird der Körper durch die Vim centrifugam der Kreisbewegung des Flüßigen z. E. des Wassers, getrieben. Weil nun dieselbe weiter vom Mittelpuncte beständig geschwinder wird, und also auch mehr Vermögen hat; so stößet das vom Mittelpuncte entferntere Wassertheilgen den Körper etwas gegen den Mittelpunct herunter, indem es vorbey fähret, indem die Vis centrifuga des unten vorbey strei-

Wenn ein fester Körper in einem flüßigen im Kreise beweget wird; so gehet er in einer Schneckenlinie nach dem Mittelpuncte, wenn seine Bewegung bloß von der Bewegung des Flüßigen abhanget: hingegen gehet er eben so nach der Peripherie hinzu, wenn er Stösse von dem Boden des Gefäßes bekömmt, darauf er aufflieget.

chenden Wassertheilgens ihm nicht mit gleicher Kraft widerstehen kan, und sich daher der Körper nach der Gegend zu bewegen muß, von welcher er den geringsten Widerstand hat. Im andern Falle aber ist zu bedenken, daß der Stoß, den der aufliegende Körper von dem festen Boden des Gefäßes bekommt, stärker ist, als die Bewegung, die das Flüßige in ihm veranlassen kan. Er ist also auch stärker, als der Unterscheid der Virium centrifugarum, dadurch der feste Körper oben und unten bey der Kreisbewegung des Flüßigen getrieben werden kan. Weil demnach die Vis centrifuga, die ihm von dem Boden eingedruckt wird, durch nichts zureichend gehindert wird; so wird er gegen die Peripherie beweget, und zwar in einer scheinbaren Schneckenlinie, weil beständig mehrere Stösse von verschiedener Richtung hinter einander folgen. Aus der Ursache verstehet man auch in dem ersten Falle, daß sich der Körper dem Mittelpuncte so viel langsamer nähert, ie mehr er selbst durch seine Schwere, oder überhaupt durch seine Inertiam, widerstehet. Ja wenn dieser Widerstand der Kraft gleich wird, wodurch er dem Mittelpuncte genähert werden solte, ehe er denselben erreichet; so kan er sich ihm gar nicht mehr nähern, sondern wird im Kreise um denselben herumgetrieben *.

ben *. Diesen Satz kan man mit gehöriger Vorsichtigkeit auch auf andere Bewegungen eines festen Körpers in einem flüßigen anwenden. Denn wenn z. E. derselbe in einem Strohme getrieben wird; so weichet er nach denen Ufern zu, weil dort die lebendige Bewegung nicht so stark ist, und also die vorbeystreichenden Theile des Strohmes ihn gegen die Seite, von welcher der schwächste Widerstand ist, hinüber drängen. Auf diese Weise werden in denen Adern die gröbern Theile gegen die Wände zu getrieben. Weil sie nun dadurch ein Reiben, und hiermit eine stärkere Zusammenziehung der Wände verursachen; so entstehet daraus eine von den Ursachen der Hitze.

* * * * * * * * * * * *

Das V Capitel.

Von den allgemeinsten Eigenschaften der Körper.

§ 180.

Erklärung und Nutze des Vorhabens.

Bey der Erklärung der besondern Eigenschaften, welche an dieser oder jener Art Körper insonderheit angetroffen werden, müssen die allgemeinsten, die

* Siehe zur Erläuterung Hrn. Hofrath Hambergers Diss. de experimento ab Hugenio pro causa gravitatis explicanda invento.

die wir an denen Körpern wahrnehmen, vorausgesetzet werden, und sie machen allezeit einen ansehnlichen und unentbehrlichen Theil des zureichenden Grundes von jenen aus. Ja wenn man die allgemeinsten Eigenschaften der Körper nur als aus der Erfahrung bekannt voraussetzet; so kan man schon aus dem blossen Begriffe, und der Setzung desselben, von gar vielen besondern Eigenschaften der Körper in sofern Rechenschaft geben, wiefern man jene voraussetzet. Gehet man aber weiter, und suchet von denen allgemeinen Eigenschaften selbst den Grund auf, so erhält man davon zweyerley Vortheil. Erstlich wird die hypothetische Erklärung der Umstände, die man auch bey ihrer blossen Setzung begreifflich machen konte, in eine höhere und deutlichere Causalerklärung verwandelt. Zum andern, welches ein Hauptnutzen ist, wird man dadurch in den Stand gesetzet, sich vor ungegründeten Arten nach einer vermeinten Analogie hier und da schliessen zu wollen, zu verwahren, und wo noch, wie es, leider, nur allzuhäufig geschiehet, Dunckelheiten bleiben, da wird die Aufmerksamkeit und das Nachsinnen auf den rechten Punct gerichtet, auf welchen man bey Versuchen und andern Erfahrungen Achtung zu geben hat, um in Ansehung desselben das unbestimmte, wo möglich, weiter bestimmt, und das zweifelhafte gewiß

gewiß zu machen. Diesem letztern zu Folge kan man es auch aus der Einrichtung der Versuche, wie sie iemand machet, gar bald abmerken, ob er sich mehr einem guten Glücke zu überlassen pfleget, oder ob er seine Untersuchungen zweckmäßig und also anstellet, daß man nicht nur einerley bekannte Sache mit hundert Spielwerken darthun, sondern wirklich in der Naturlehre dadurch weiter geführet werden kan. Es gehöret demnach noch zu den Hauptlehren der allgemeinen Naturlehre, die allgemeinsten Eigenschaften der Körper vorzunehmen und denenselben nachzudenken. Indem ich sie die allgemeinsten nenne, gilt es mir gleich, ob sie diesen Nahmen ohne alle Einschränkung oder nur Vergleichungsweise verdienen.

§ 181.

Wie die Untersuchung der allgemeinsten Eigenschaften der Körper hier anzustellen ist.

Weil wir uns aber hier die allgemeinsten Eigenschaften der Körper in physicalischer Absicht vorstellen, nemlich um theils ihre wirkenden Ursachen, so weit es möglich, zu erkennen, theils daraus von den Begebenheiten in der Natur den Grund, wie sie möglich sind, oder auch, wie sie in einzeln Fällen wirklich geschehen, einzusehen: so werde ich Versuche und Erfahrungen nicht weiter, als wiefern sie zum Beweise unentbehrlich sind, erzehlen. Es sind auch dabey die genauen mathematischen Untersuchun-

suchungen der Grössen ihren eigenen Wissenschaften zu überlassen, und das, was von Berechnung der Grössen herausgebracht worden, ist nur so oft zu Hülfe zu nehmen, als es unentbehrlich ist, um von der Gewißheit der Ursachen und Wirkungen überzeugt zu werden. Es ist uns auch daher ietzo mit bloß mathematischen Kräften nicht geholfen, und wenn sie noch so beqvem ausgesonnen und in ihrer Sphäre, wo Grössen zu berechnen sind, noch so nützlich zu gebrauchen wären. Wir haben uns vielmehr nach wirkenden Ursachen in der Natur umzusehen. Wir müssen hierbey auf thätige Substanzen kommen, und aus der erweislichen Thätigkeit derselben die Effecte mechanisch herzuleiten bemühet seyn § 40. Weil wir nun hierbey den Aether häufig gebrauchen werden, und uns hingegen zu hüten haben, daß wir die anziehende Kraft der Newtonianer nicht mit den wahren und physikalisch wirkenden Ursachen verwirren; so muß ich von diesen beyden Stücken etwas zum voraus erinnern.

§ 182.

Beurtheilung der anziehenden Kraft. Sie ist nur eine mathematische Kraft, d. i. eine beqveme

Der berühmte Newton hat die anziehende Kraft der Körper nur als eine mathematische, d. i. als eine zu Berechnung der Folgen beqveme Art der Vorstellung angesehen wissen wollen § 22. Gar viele aber von seinen Nachfolgern, weil es ihnen

nen schien, daß man vermittelst derselben in der Auflösung vieler Begebenheiten wohl zu rechte kommen könnte, indem sie den Zweck der applicirten Mathematik und der Physik nicht gnugsam unterschieden, haben sich unterstanden weiter zu gehen, und dieselbe den Körpern als eine physikalische Kraft angedichtet, da sie doch nur eine Vorstellung des zu erklärenden Effectes selbst ist. Wider dieses Beginnen merke man erstlich, wie die anziehende Kraft, wenn sie gleich an sich als eine physikalische möglich wäre, dennoch wider alle physikalische Wahrscheinlichkeit unter die wirkenden Ursachen in der Natur gesetzet würde. Denn aus der Betrachtung natürlicher Begebenheiten lässet sich weder eine Wirklichkeit noch Nothwendigkeit derselben erweisen. Denn daraus, daß sich gewisse scheinbare Anziehungen bisher noch nicht durch einen Stoß oder Druck einer äusserlichen Materie haben erklären lassen wollen, (zumal da auch manche in der Mathematik und natürlichen Historie sehr erfahrne Männer sich entweder um das Subtile und Feine in der Vernunftlehre, darauf doch die Beurtheilung solcher Beweise ankommt, wenig bekümmert haben, oder dasselbe nur dunkel und von ferne empfunden zu haben scheinen,) lässet sich nicht folgern, daß sie auch überhaupt durch keinen erweislichen Stoß oder Druck erkläret

Vorstellung des Effectes selbst.

Wenn sie gleich als eine physikalische Kraft möglich wäre, so würde sie doch unerwiesen angenommen.

ret werden können. Man müßte in der neuern Historie der Wissenschaften sehr unerfahren seyn, wenn man solches argwohnen wolte. Wie viel hat man nicht seit der Zeit, da die Schwere und der Druck der Luft erwiesen worden, aus demselben ohne Bedenken und richtig hergeleitet, was zuvor einem unbegreifflichen Bestreben den leeren Raum zu verhüten, welches der Materie wesentlich seyn solte, zugeschrieben worden? Die erstaunliche Kraft der Magneten, die sich noch dazu verändern lässet, leitet iezt fast iedermann aus dem Drucke einer bewegten Materie ohne Bedenken her. Und ehemals hat man sie vor eine unbegreiffliche anziehende Kraft gehalten. Hingegen ist wohl das unleugbar, daß unzehliche natürliche Begebenheiten aus dem Stosse oder Drucke einer äusserlichen Materie gewiß und deutlich hergeleitet werden können, und grossentheils von denen Gegnern selbst also erkläret werden. Da demnach diese Ursache erweislich ist, die anziehende Kraft aber nicht; so ist offenbar, daß man jene allenthalben so lange als die reale Möglichkeit voraus setzen und präsumiren solte, bis das Gegentheil ausdrücklich erwiesen wäre, welches nimmermehr geschehen wird § 45 ꝛc. Hierzu kommt noch, daß sehr viele Dinge, welche die Gegner aus ihrer anziehenden Kraft herleiten, durch einen Stoß oder Druck

wenigstens

wenigstens eben so leicht erklärt werden können, welches sie geneigt machen sollte, das Unbegreiffliche ebenfalls einem noch nicht erklärtem Stosse oder Drucke zuzuschreiben, nicht aber die anziehende Kraft als einen neuen Grund darzu zu erdichten. Nächst diesem weiß man der anziehenden Kraft nicht einmal eine beständige Regel zuzueignen. Bey der Schwere der Weltkörper soll sie zunehmen, wie das Qvadrat der Entfernung abnimmt. Aber bey verschiedenen Körpern auf dem Erdboden ist man genöthigt, ihr andere Verhältnisse zuzuschreiben: sie soll sich auch wohl, nachdem die Körper einander so sehr, als sie können angezogen, in eine von sich stossende Kraft verwandeln, ohne eine weitere Ursache davon anzugeben. Und wie weit entfernt ist dieses von denen Regeln der physikalischen Wahrscheinlichkeit § 23? Es lassen sich auch Umstände gnug angeben, welche der anziehenden Kraft, wie sie von ihren Vertheidigern gesetzt wird, widerstreiten, auch so gar bey den Bewegungen der Weltkörper selbst, und welche dahero die Falschheit ihrer Meinung gewiß darthun. Einige davon werden im folgenden vorkommen, gleichwie überhaupt zu merken, daß sich immer specialere Beweise gegen die anziehende Kraft, wiefern sie eine physikalische seyn soll, ergeben werden. Es ist demnach die denen Körpern,

als physikalisch, zugeeignete anziehende Kraft, nichts anders, als eine blosse Hypothese, und man muß sich wundern, warum solches diejenigen Gelehrten nicht einsehen, die bey Annehmung derselben dergestalt wider alle Hypothesen eyfern, daß sie auch darinnen zu weit gehen. Denn was soll sie sonst seyn? Vor nothwendig bey der Materie wird sie hoffentlich niemand ausgeben. Die Erfahrungen geben nichts an die Hand, daraus sie sich richtig beweisen liesse, wie ietzo klar gemacht worden. Soll sie vielleicht die Erfahrung als eine Kraft unmittelbar lehren; so müßte man vorgeben, daß sich Causal-Verknüpfungen, als Causal-Verknüpfungen, empfinden liessen, womit man gegen die Vernunftlehre gröblich verstossen würde, Log. § 465. Sie ist aber eine solche Hypothese, deren Realität, wenn sie gleich an sich möglich wäre, auf keine Art erwiesen werden kan, und die noch darzu widerstreitende Phaenomena gegen sich hat, welche demnach schon deswegen zu verwerfen ist § 48.

§ 183.

Die anziehende Kraft, wiefern sie eine physikalische seyn soll, ist unmöglich.

Will man aber wie billig weiter gehen, so lässet sich die Unmöglichkeit der anziehenden Kraft, wiefern sie eine physikalische Grundkraft seyn soll, aus demonstrativen metaphysischen Gründen erweisen; daher sie gar unfähig wird, irgend einen Stof

des

des Wahrscheinlichen abzugeben. Log. § 363. Denn wäre die anziehende Kraft eine physikalische Grundkraft; und man betrachtet sie erst, wiefern ihr zugeschrieben wird, daß sie entfernte Objecte soll an sich ziehen können; so müßten die nächsten Bedingungen ihrer Action in dem agirendem Subjecte selbst liegen, Metaphys. § 74. Sie sollen aber ausser ihr, nemlich in der Annäherung eines andern Subjectes, liegen. Es erhellet ferner ihre Unmöglichkeit sogleich aus dem Begriffe einer Action. Denn die Action ist ein Zustand der Kraft. Die Kraft aber ist in dem Subjecte. Folglich ist das Agiren in keinem Puncte des Raumes möglich, als in welchem das Subject selbst ist. Noch weiter müßte, man stelle sich auch dieselbe vor, wie man will, ihre nächste Folge etwas in dem agirenden Subjecte seyn, daraus sich die fernern Folgen mit Hinzunehmung der Natur der Objecte und mitwirkenden Ursachen verstehen liessen, Metaphys. § 73, 75. Es ist aber unmöglich, daß dieses bey der anziehenden Kraft statt finde. Denn die Ursache soll entweder, indem sie das Entfernte an sich ziehet, da wirken, wo sie weder mittelbar noch unmittelbar ist. Alsdenn aber ist die verursachte Annäherung nicht selbst in dem agirenden Subjecte, und lässet sich auch aus nichts in dem agirenden Subjecte als möglich verstehen.

Oder das Anziehen soll allererst bey der unmittelbaren Berührung allein geschehen; so lässet sich auch davon kein Begriff machen, zu geschweigen, daß sie in dieser Verfassung ihren Vertheidigern selbst wenig nützen würde. Man nimmt also bey der anziehenden Kraft bloß die Wirkung selbst, mit dem Begriffe Kraft überhaupt, zusammen, ohne irgend etwas, das zu Causal-Erklärungen brauchbar wäre, anzugeben. Die Vertheidiger derselben pflegen hierauf gemeiniglich nichts weiter zu antworten, als daß uns das Wesen der Materie, und so gar auch, wie die Körper durch den Stoß einander in Bewegung brächten, unbekannt sey. Dahero könne niemand leugnen, daß ihr Gott die anziehende Kraft eben so leichte als irgend eine andere habe beylegen können. Nun kan man diese Gründe der Gegner nach dem Sinne derselben nicht einmal einräumen. Denn bey ihren übertriebenen Klagen, daß man nicht wisse, was die Materie sey, und wie die Bewegung durch einen Stoß entstehe, verwirren sie gemeiniglich die verschiedenen Arten der menschlichen Erkenntniß, davon iede ihre Deutlichkeit und Gewißheit in ihrer Art haben kan, ob sie gleich in Exempeln nicht allezeit alle zugleich da sind, oder eine an die Stelle der andern gesetzt werden kan. Manche wissen in der That selbst nicht, was

Ob die anziehende Kraft wegen der Unbegreifflichkeit des Wesens der Materie als möglich zuzugeben ist.

was sie wollen, und wer in denen letzten Begriffen, darein sich unsere Abstractionen auflösen, fortzukommen weiß, und nicht von Vorurtheilen verhindert ist, wird hoffentlich aus dem, was Cap. III ausgeführet worden, zugeben, daß es sich weiter bringen lässet, als manche sich einbilden. Es ist nur so viel wahr, daß uns in der Erkenntniß des Wesens der Dinge viele Lücken bleiben, und sonderlich von der innerlichen Beschaffenheit der Grundkräfte keine anschauende Erkenntniß zu haben ist. Aber wie? Sind wir denn deswegen, weil wir nicht alles wissen, berechtiget, die Lücken, die uns bleiben, mit solchen Erdichtungen auszufüllen, welche auch demjenigen, was wir wissen, widerstreiten? Man müßte in der Vernunftlehre sehr unerfahren seyn, wenn man leugnen wolte, daß man von Dingen, die man nicht ganz verstehet, doch eine und die andere Eigenschaft mit völliger Gewißheit einsehen kan. Was daher diesen bekannten Eigenschaften widerspricht, das ist ohne Zweifel falsch. Und so verhält es sich mit der anziehenden Kraft. Wenn sie eine physikalische Grundkraft seyn soll, so streitet sie mit demjenigen, was von der Beschaffenheit einer endlichen Kraft als gewiß und nothwendig erweislich ist. Ihre Erdichtung lässet sich daher durch die Einschränkung der menschlichen Erkenntniß überhaupt nicht entschul-

 digen.

digen. Wer würde z. E. einräumen, daß ein menschlicher Körper die natürliche Kraft haben könne, an vielen Orten zugleich zu seyn, oder sich in die Gestalt eines andern Thieres zu verwandeln u. d. g. unter dem Vorwande, daß uns von demselben noch gar vieles unbekannt wäre, daß wir den Ursprung desselben und der Bewegung darinnen nicht verstünden, ja das Wesen der Materie überhaupt nicht fasseten u. s. w.

§ 184.

Untersuchung von der Wirklichkeit des Aethers.

Wenn nun aber die natürlichen Begebenheiten auf eine begreifliche Art durch einen Druck und Stoß erkläret werden sollen; so ist es, weil derselbe nicht überall sinnlich ist, noch seyn kan, unumgänglich nöthig, gewisse unsichtbare elastische Materien anzunehmen, welche entweder sich in einer lebendigen Bewegung, oder in einer Stämmung und Zusammendrückung befinden, und daher im letztern Falle die zwischen ihnen vorhandenen gröbern Theilgen zusammen drücken, oder wenn der Widerstand auf einer Seite geringer als auf der andern ist, dahin in Bewegung ausbrechen. Daher muß ich ietzo zum voraus den Aether rechtfertigen. Aether kan man füglich überhaupt eine iede elastische und flüßige Substanz nennen, welche subtiler als die Luft, und auch von denen irdenen Theilen und denenjenigen Wassertheilgen,

Was Aether heißt.

theilgen, welche bey dem Gefrieren fest werden, unterschieden ist. Es ist ungemein seltsam, daß sich manche Naturlehrer etwas darauf zu gute zu thun scheinen, den Aether zu leugnen, und ihn mit dem bey ihnen verächtlichen Nahmen einer Hypothese zu belegen. Und dieses thun auch solche, welche selbst Elemente von verschiedenen Ordnungen, massulas und moleculas, wie sie ihnen beqvem sind, annehmen, gleich als ob das keine Hypothesen wären, und welche die allzuharte Hypothese der anziehenden Kraft § 182 glauben können. Es ist aber zu merken, daß es nichts zur Sache thäte, wenn gleich der Aether vorerst als eine Hypothese angenommen, aber hernach nur bewiesen würde § 28. Die Realität der Hypothese ist theils daraus klar, weil wir an der Luft schon ein Exempel einer unsichtbaren elastischen und flüßigen Materie wissen: theils aber und noch mehr erhellet sie daraus, weil die anziehende Kraft, wenn sie als eine physikalische gesetzet wird, ein Wort ohne Begriff ist § 183; weil ferner alle Bewegung Gott unmittelbar zuzuschreiben, oder Empfindungen und geistige Kräfte in denen Elementen zu erdichten, wider die allgemeinen Grundregeln der Naturlehre siehe § 41, 42; und weil doch nach Hinwegschaffung dieser Meinungen nichts übrig bleibt, als daß die Phaenomena der Körper durch Druck und

Gründe der Realität, wenn man den Aether als eine Hypothese setzet.

Stoß gewirket werden, und wo darzu keine sichtbaren Materien da sind, unsichtbare gesetzt werden müssen. Die Auflösung so vieler Phaenomenorum aber, welche nach Setzung des Aetheris glücklich von statten gehet, gibt vor die Wahrheit desselben den fernern Beweis ab, und machet eine moralische Gewißheit § 55.

§ 185.

Beweis des Aethers durch Versuche.

Es lässet sich aber auch die Gewißheit des Aethers noch besonders durch Versuche gar leicht erweisen, wenn nur die Versuche recht gewehlet werden, und man nicht sehen und greiffen will, was vermöge seines ersten Begriffes nicht gesehen oder gegriffen werden soll. Wenn an einem Barometer ein Papiergen an einem Faden, der an einer Nadel hänget, in der Höhe, wo die oberste Fläche des Qecksilbers stehet, in einer Weite von 2 oder 3 Linien angehängt wird; und hernach aus der Capsul, darinnen der untere Theil des Barometers stehet, und zu welcher alle Zugänge mit Wachs wohl verklebet worden, die Luft vermittelst eines darein gesteckten kleinen Hebers ausgesauget und wiederum hinzugelassen wird: so fällt das Qveckfilber, wenn man die Luft aussauget, herunter, und steiget von neuen, wenn sie wieder hinzugelassen wird. So oft aber das Qveckfilber herunterfällt, so fähret das Papiergen

Papiergen auf, das Barometrum zu, und weichet wieder zurücke, wenn das Qvecksilber wieder hinaufsteiget *. Es ist demnach offenbar, daß eine elastische und flüßige Materie, welche subtiler als die Luft ist, durch das Glas in den Raum, der von dem Qvecksilber leer gemachet wird, hineinfähret und das Papiergen mit hinnimt, gleichwie sie bey der Wiederkunft des Qvecksilbers wieder herausgehet und das Papiergen mit abstösset. Man lasse sich nicht irren, daß dergleichen Bewegung eines aufgehängten Papiergens nicht erfolget, wenn das Barometrum unter eine Luftpumpe gesetzet wird, und das Qvecksilber, nachdem es bey dem Auspumpen gefallen, wieder steiget, wenn Luft zugelassen wird. Denn die Umstände sind da anders, weil beym Fallen der Aether nach und nach eindringet und bey Zulassung der Luft sich dieselbe in alle Theile des Raumes unter der Glocke gleich wiederum ausbreitet, anderer Unterschiede zu geschweigen. Ferner lässet sich gar leichte berechnen, daß die ausgepumpten Magdeburgischen Halbkugeln, weit stärker zusammen hangen, als der Druck der Luftsäule, welchen das Barometrum lehret, betragen kan. Daraus folget, daß eine andere flüßige elastische Materie mit dem Drucke der Luft zu-

* Hrn. Hofr. Hambergers elem. phys. p. 476.

gleich wirket. Wie solches geschiehet, wird weiter unten gezeiget werden. Das Leuchten des merkurialischen Phosphorus in einer von Luft gereinigten Glaskugel beweiset den Aether ebenfalls. Denn man stelle sich auch die Art und Weise, wie das Licht entstehet, vor, wie man will; so muß man zugeben, daß bey dem Herumschütteln des Qveckfilbers eine in dem Glase befindliche elastische Materie, die von der Luft unterschieden und subtiler als dieselbe ist, in Bewegung kommt. Eben dieses beweisen die leuchtenden Barometra. Und man kan sich zur Erläuterung mit einer kleinen Veränderung dasjenige dabey zu Nutze machen, was Joh. Bernoulli sehr scharfsinnig von der Ursache entdeckt hat, warum nicht alle Barometer leuchten. Nemlich bey der gemeinen Art, wie die Barometer gefüllet werden, bekommt das Qveckfilber auf seiner Oberfläche ein zähes Häutgen, von allerley Unreinigkeiten, die es an sich nimmt, welches nicht zulässet, daß die Materie, welche das Leuchten durch ihre Bewegung verursachen soll, ich sage demnach, der Aether ungehindert und mit gnugsamer Geschwindigkeit hin und wieder fahren kan. Daher er zu Verfertigung der leuchtenden Barometer eine besondere Manier angewiesen und sie in der Erfahrung richtig befunden hat *.

Wie

* Tom. I opp. No. 62.

Wie solte auch, ohne den Aether anzunehmen, die Wärme in den luftleeren Raum eindringen, und ein darinnen frey hängendes Thermometrum verändern können *?

§ 186.

Zwey Hauptclassen vom Aether, nachdem sich seine Theilgen in ihrer Figur merklich verändern lassen oder nicht.

Wie vielerley Arten vom Aether es giebt, dürfte sich nicht leichte ausmachen lassen. Daß aber verschiedene Arten desselben vorhanden sind, geben die Phaenomena an den Körpern zu erkennen. Es scheinet, daß man sie unter zwey Genera bringen könne, deren iedes gar viele species infimas, welche die Natur gemacht hat, unter sich begreiffen kan. Die eine Classe scheinet aus solchen elastischen Kügelgen zu bestehen, welche ihre Figur nicht merklich verändern lassen. Z. E. Dergleichen müssen die Lichttheilgen seyn, weil sonst das Licht seine Regeln nicht halten würde. Ohne Zweifel ist auch die schwermachende Materie, wo sie mit jenen nicht gar einerley ist, von eben dieser Art. Die andere Classe würde diejenigen Arten unter sich begreiffen, welche sich durch gnugsame Gewalt in eine iede Lage legen lassen, ob sie gleich, wiefern sie sich selbst gelassen sind, oder auf einer Seite vom Widerstande frey werden, vielleicht auch nach einer Kugelförmigen Gestalt streben,

* Newtoni Optic. P. III Qu. 18 p. 280.

streben, wiewohl auch dieses letztere nicht eben nöthig ist. Diese würden also nach Befinden der Umstände, eckigte, strahlende Theilgen, Fäden u. s. w. machen, und mit verschiedenen mechanischen Vortheilen wirken können, nachdem sie gegen den Ort, wohin sie gestossen werden, oder wohin sie wegen des geringern Widerstandes in Bewegung ausbrechen, diese oder jene Lage haben. Einige machen sich grosse Schwierigkeit elastische flüßige Materien von verschiedener Kraft zuzulassen, weil sie meinen, sie müßten einander sämmtlich so weit eindrücken, daß ihre Druckkraft und ganzes Vermögen überall gleich wäre. Dieses würde aber erstlich nur statt finden, wenn sie irgend einmal sämmtlich in Ruhe kämen, oder kommen könnten. Allein die kleinsten Theilgen in der Natur sind in beständiger Bewegung, und die Beständigkeit der lebendigen Bewegung wird eben durch ihre Unterschiede erhalten, indem solchergestalt immer eines das andere in Bewegung bringen kan, und wegen ungleichen Widerstandes von verschiedenen Seiten bald dieses bald jenes sich in Bewegung setzet. Es gehet daher fast eben so dabey zu, als wie zwar das Wasser beständig nach dem horizontalen Stande strebet, und doch die Fläche des Meeres bey dem Einflusse eines grossen Strohmes beständig höher stehet, als weiterhin. Es stehet nemlich

Ob verschiedene Arten vom Aether deswegen unmöglich sind, weil elastische Materien einander bis zu gleicher Druckkraft eindrücken.

nemlich das Wasser daselbst deswegen höher, weil es nicht in Ruhe, sondern stets im Begriffe zu fallen ist, aber mittlerweile immer anderes Wasser nachkömmt. Ferner, gesetzt, daß auch einmal alle oder eine grosse Menge elastischer Theilgen in Ruhe kämen; so könnte ihre elastische Kraft dennoch in der Fähigkeit leicht oder stark erweckt zu werden, in der Fähigkeit ihre äusserliche Bewegung lange fortzusetzen, Oscillationen von verschiedener Grösse, Kraft und Dauer zu machen, die Figur der Substanz selbst stark verändern zu lassen u. s. w. unterschieden seyn. So bald daher durch irgend eine Ursache wieder eine lebendige Bewegung entstünde, so würden sich diese Unterschiede äussern, und wenn ihre Vertheilung und Verknüpfung bequem gemacht worden, auch in ihrer Wirksamkeit fortdauern können. Es lehret ja auch die Erfahrung, daß alle Körper, die wir untersuchen können, aus Theilgen von verschiedener Elasticität gemischt sind. Z. E. in dem Wasser ist Luft. Das Wasser selbst aber ist auch elastisch, sowohl als die Luft, aber von anderer Elasticität, die viel stärker ist, wie an seinem Orte erwiesen werden soll. Wiederum schweben die Wassertheilgen und unzehlige andere in der Luft herum. Sie bewegen sich unter einander, bleiben aber doch Materien von verschiedener Art.

§ 187.

§ 187.

Von der Porosität und dem Eindringen der Körper in einander.

Um nun unserm Endzwecke näher zu treten, die allgemeinsten Eigenschaften der Körper auf eine begreiffliche Art zu erklären, ist zuerst die Porosität der Materie zu bemerken. Pori heissen die Zwischenräumchen, welche sich zwischen den Theilen einer materiellen Substanz befinden, und mit der zu ihr selbst gehörigen Materie nicht erfüllet sind. Sie können entweder Pori der Elemente, oder Pori der physikalischen Körper seyn. Die Möglichkeit der erstern erkennet man, wenn man überlegt, daß die Elemente nicht im mathematischen Verstande einfach sind oder seyn können, sondern einen bestimmten Raum einnehmen § 68, 69. Daß alle physikalische Körper Poros haben, erhellet daraus, weil sonst die Körper einander nur bewegen, nicht aber einer den andern physice d. i. seiner Beschaffenheit und Eigenschaften nach verändern könnten. Denn das letztere kan nicht geschehen, wenn nicht eine Materie in die andere hineindringen kan: und da die Materie undurchdringlich ist; so kan das Eindringen der einen in die andere nicht anders als von einem Eindringen in die Poros verstanden werden. Die Erfahrung lehret aber, daß sich alle Körper physice verändern lassen, ohne ihre Substanz zu vermindern, z. E. wenn sie warm, feuchte, electrisch werden,

Die Pori sind entweder Pori der Elemente oder der physikalischen Körper.

einen

einen Geruch annehmen u. s. w. Daher sind sie alle porös. Es beträget aber die Porosität auch bey denenjenigen Körpern, welche wir vor die dichtesten halten, sehr viel, weil andere Materien z. E. die Materie des Lichtes, der Wärme, des Schalles, die magnetische, in grosser Menge, ja oft fast ohne Hinderniß, durch dieselben hindurch streichen. Man hat sich demnach die uns sinnlichen Körper sämmtlich in Absicht auf noch subtilere Materien, als weite Netze, oder als weite Bogen einer Brücke vorzustellen. Die verschiedene Menge und Figur der Pororum machet es möglich, daß der eine Körper auf andere Art, als der andere verändert werden kan. Daß man die Elemente, wenigstens größtentheils, ebenfalls vor porös zu halten habe, wird bey der Betrachtung der Körper glaublich werden, weil sich ihre Wirkungen nicht anders erklären lassen. Die Erfahrung lehret auch Poros an denen einfachsten Materien, die wir nur wissen. Z. E. Wenn die Luft- und Wassertheilgen nicht porös wären, wie könnte das Licht durchgehen? Die Pori der Körper sind ferner einzutheilen in mechanische und physikalische. Mechanische Poros nenne ich die zufälligen Zwischenräume, welche durch irgend eine Ursache in dem Körper entstehen, z. E. die Hölen im Brodte, welche von der Luft entstehen, die durch

Die Pori der Körper sind mechanische oder physikalische.

die

die Wärme ausgedehnt worden, aber wegen der Zachheit des Teiges nicht hat herausgehen können. Physikalische Poros aber nenne ich diejenigen, welche einem Körper in seiner Art wesentlich sind, z. E. in denen kleinen Theilen der Thiere und Pflanzen. Denn weil aus einerley Materie Körper von verschiedener Art entstehen können; so muß ihr wesentlicher Unterscheid in der Art der Zusammensetzung bestehen, wodurch zugleich bey iedwedem eine besondere Art von Poris determiniret wird. Wegen der Porosität dringet in alle Körper fremde Materie ein, welche entweder mit wieget, oder nicht. Man hat demnach an einem Körper seine wesentliche oder beständige, und seine zufällige oder veränderliche Materie zu unterscheiden. Aus einem andern Eintheilungs-Grunde unterscheidet man die Materie, welche mit einem Körper so zusammen hängt, daß sie mit ihm bewegt wird, und daher, wenn von schweren Körpern die Rede ist, mit wieget, und diejenige, welche frey durchfahrend ist. Jene wird die eigenthümliche, cohärirende, oder mitwiegende, diese die durchfahrende oder auch insonderheit die fremde Materie des Körpers genennt.

Die Materie der Körper ist eine wesentliche und beständige, oder eine zufällige und veränderliche. Ferner ist sie eine eigenthümliche, cohärirende und mitwiegende, oder eine durchfahrende und fremde.

§ 188.

§ 188.

Von den Ursachen des Eindringens der Körper in einander.

Die Porosität der Körper machet das Eindringen des einen in den andern möglich. Es ist nun aber die Frage, was die wirkende Ursache davon ist, daß es wirklich geschiehet. Die Erfahrung lehret es, daß eine Materie in die andere ohne sinnliche äusserliche Gewalt eindringet, und sich auch wieder heraus begiebt. Z. E. Die Wärme dringet in alle Körper, die Luft desgleichen, welche sich auch binnen nicht langer Zeit wiederum in das von Luft gereinigte Wasser hinein ziehet. Das Wasser dringet in alle gnugsam poröse Körper, mit denen es zu cohäriren fähig ist, z. E. in die Saltze, Schwämme, Holtz, Kräuter, u. s. w. Dieses thut es auch, wenn es gleich in einzelne Tropfen zerstreuet ist, wodurch die Hygrometra, d. i. solche Instrumente möglich werden, dadurch man die Feuchtigkeit der Luft messen kan. Wir können ietzo nur die allgemeinsten Ursachen hiervon untersuchen, nach deren Erkenntniß es sich mit demjenigen, was iedesmal wegen der mannigfaltigen Figur der kleinsten Theile verschiedener Körper speciales hinzu kömmt, von sich selbst geben wird. Zu dem Ende, haben wir die wichtigsten Umstände an dem Eindringen der Körper genau zu unterscheiden.

§ 189.

Warum flüßige Materien, oder Theilgen, die darinnen schwimmen, in andere Körper ohne äusserliche sinnliche Gewalt hinein dringen.

1) Die flüßigen Materien, oder auch andere gnugsam kleine Theilgen, welche in flüßigen Materien schwimmen, dringen in poröse Körper ohne äusserliche sinnliche Gewalt hinein. Da die anziehende Kraft keine physikalische, sondern das Anziehen der zu erklärende Effect selbst ist § 182 rc.: so geschiehet solches entweder vermittelst der Schwere, oder vermittelst einer subtilen Materie, welche nach dem porösen Körper in Bewegung ist, und die eindringende Materie dahin mit nimmt; oder der Grund liegt in einer Stämmung und Pressung elastischer Materien, wodurch die Körpergen von verschiedenen Seiten mit ungleicher Kraft gedrückt werden. Nun kan die Schwere dabey nicht mehr, als eine zufällige und beyhelfende Ursache seyn. Denn die eindringenden Materien dringen auch von unten hinauf wider die Direction der Schwere in die porösen Körper, und solches geschiehet auch in Luftleeren Raume. Der Bewegung einer andern subtilen Materie kan man auch nicht mehr zuschreiben, als daß sie zufälliger Weise eine beyhelfende Ursache des Eindringens werden kan. Denn wie viel müßte man sonst lebendige Bewegungen unzehliger Materien gegen alle Gegenden annehmen, deren Ursache schwerer zu begreiffen seyn würde, als die Wirkung, welche erkläret werden soll

soll § 21. Warum solte sich z. E. die Luft oder der Aether allezeit stärker gegen den Schwamm bewegen, den man als ein Hygrometrum aufgehangen, um die Wassertheilgen mit dahin zu nehmen, da doch in denen Poris desselben ebenfalls Aether und Luft befindlich ist? Aus der Stämmung und Pressung aber lässet sich die Sache also begreiffen. Man setze, daß alle oder wenigstens die meisten Materien elastisch sind § 93, und sich im Stande einer ihnen widernatürlichen Zusammendrückung befinden § 98. Wenn daher (fig. 36) das Theilgen A sich an der Oeffnung des Pori B C befindet; so wird nur, wenn auch gleich inwendig eben dergleichen Flüssiges, wie auswendig, vorhanden ist, der Druck aus D durch den Gegendruck aus E aufgehoben. Hingegen alle Stösse, welche zwischen F A D und D A G geschehen, z. E. A K und A L vereinigen ihren Druck in E A als der Diagonal-Linie § 132. Von der Seite des porösen Körpers aber giebt es der Augenschein, daß nicht in so vielen Directions-Linien dargegen gedrückt werden kan. Die Reaction aber der festen Puncte B und C drücket vielmehr das Theilgen A, wenn es elastisch und biegsam ist, ein, und machet es geschickter in den Porum hinein zu kommen. Folglich wird A stärker in den Porum hineingedrückt, als der

Gegendruck ist, und mithin weicht es hinein § 98.

§ 190.

Warum die flüßigen Materien in die porösen Körper mit grosser Gewalt eindringen.

2) Die flüßigen Materien dringen in die porösen Körper mit grosser Gewalt ein. Z. E. Wenn an einem Seile ein Gewichte aufgehänget, und das Seil besprenget wird; so dringet das Wasser so stark ein, daß das Gewichte gehoben wird, indem sich das Seil, da es wegen des eindringenden Wassers dicker wird, verkürtzen muß. Die Auflösung hiervon ist folgende. Erstlich bekömmt das eindringende Theilgen ein grösseres mechanisches Vermögen nach den Gesetzen des Keiles § 168, wenn es kugelrund, sphäroidisch, kegelförmig, oder pyramidalisch ist. Eine von diesen Figuren aber wird man den eindringenden Körpern allezeit zuzuschreiben Grund haben, z. E. denen flüßigen Körpern die erstern, und denen Salztheilgen die letztern. Wir wollen es ietzo auf die Wassertheilgen an dem Seile appliciren, und dieselben kuglicht annehmen. Gesetzt (fig. 37) das Wassertheilgen A ist in die Röhre B, deren Diameter kleiner ist, so weit, als vorerst möglich gewesen, eingedrungen; so erlangt es nunmehr das Vermögen eines Keiles, weil die Kugel unter den Puncten C und D breiter ist, als über denenselben. Sie hat nemlich gegen iedwede Seite zu das Vermögen des Keiles

CHEC

CHEC und DFGD. Folglich verhält sich die Kraft zu der Last oder dem Widerstande, den in unserm Exempel die Fäden des Seiles thun, wie HE oder FG zu CE oder DF. Hierzu kömmt ferner, daß das Vermögen des Theilgens A desto grösser wird, ie weiter es schon eingedrungen ist, daher es zuletzt mit einer vermehrten Geschwindigkeit hinein weichet. Denn der Keil, den die äussersten Theile der Kugel vorstellten, verändert sich beständig, und wird immer wieder spitziger, daher er auch die Kraft immer vermögender machet. Denn wenn er (fig. 38) z. E. zuvor wie ABCA war; so ist er hernach wie DEFD. Daher war die Kraft zu der Last vorhin, wie BC: CA, nun aber ist sie wie EF: FD. Hiermit muß man endlich verbinden, daß der Puncte des Seiles, wo das Wasser eindringet, sehr viel sind. Es findet auch bey iedem Wassertheilgen der mechanische Vortheil, der ietzt aus der Natur des Keiles erklärt werden, in unzehligen cirkelrunden Durchschnitten, die man sich darinnen vorstellen kan, statt. Hingegen ist die Last des Gewichtes unter die vielen Fäden des Seiles zerstreuet, daher auf iedweden Faden, und noch mehr auf ieden Punct desselben, nur ein sehr kleiner Theil davon kommt, welchen die Kraft des eindringenden Wassers zu überwinden brauchet.

§ 191.

Warum sich destomehr von einer Materie in den porösen Körper hinein begiebt, ie häufiger dieselbe von aussen vorhanden ist, und warum sie bey Abnahme der letztern herausgehet.

3) Je häufiger die Materie ausserhalb dem porösen Körper ist, davon sich ein Theil in denselben hinein ziehet, destomehr begiebt sich von derselben hinein. Wenn aber die Menge derselben abnimmt, so gehet ein Theil davon wiederum heraus. Um den Grund hiervon einzusehen, stelle man sich zuerst vor, als ob die Theilgen der Materie, die in den porösen Körper hinein oder herausweichet, einander sämmtlich berühreten, und ein Continuum ausmachten. Wenn dieses ist; so wird folgen, daß Materien, die einander von sich stossen, weil sie nemlich elastisch sind, und sich im Stande der Zusammenpressung befinden, einander so viel stärker von sich stossen, ie in mehrern Puncten sie einander berühren. Da nun das letztere geschiehet, wenn sie in einem gegebenen Raume dichter beysammen sind; so wird auch die Bemühung einander von sich zu stossen, mit ihrer Dichtheit zunehmen, und hingegen abnehmen, wenn sie dünner werden. Ferner wenn zwey Materien, die einander von sich stossen, gegen einander einen stärkern Druck ausüben, als sie von aussen her gedruckt werden, so müssen sie sich von einander absondern § 98. Mithin wenn ausserhalb dem porösen Körper die drückende Materie abnimmt, so ist der Druck von aussen hinein

ein schwächer, als von innen heraus. Demnach wird ein Theil von der inwendig befindlichen Materie, deren Theilgen einander stärker von sich stossen, heraus weichen müssen, welches so lange geschehen muß, bis das Gleichgewichte auf beyden Seiten wiederhergestellet ist. Nun findet zwar der angenommene Fall nicht in allen Exempeln statt, nemlich daß die sämmtlichen Theilgen der hinein und herausweichenden Materie einander berührten, und ein Continuum ausmachten. Denn z. E. die Wassertheilgen in der Luft, oder die aufgelöseten Saltz-Theilgen im Wasser, sind zerstreuet. Es finden doch aber allezeit Ursachen statt, welche denen vorigen gleichgültig sind, wie denn auch der Effect anders nicht, als nach Proportion dieser Gleichgültigkeit, erfolgen wird. Denn wenn die elastischen Theilgen auch einander nicht unmittelbar berühren; so stossen sie doch einander mittelbar, weil sie die Luft, den Aether u. s. w., der in gerader Linie zwischen ihnen lieget, zusammendrucken. Ferner wenn irgend eine Ursache zu einer äusserlichen Bewegung vorhanden ist; so werden sie dadurch hin und wieder gegen einander, und auch aus einander getrieben, welches bald mit eben derselben, bald mit veränderter Geschwindigkeit geschiehet § 126, 127. Hierdurch wird bald da bald dort ein Anprallen und Zurückprallen so lan-

ge erfolgen, bis die einander von sich stossenden Materien in dem Raume, wo sie sich befinden, bey nahe allenthalben in gleicher Dichtheit vorhanden sind. Wie leicht ein paar zusammenstossende Körper in einem Flüßigen wieder von einander getrieben werden, erläutert das Exempel der Schwimmer, welche sich durch einen geringen Stoß auf den Grund wieder zu heben vermögen. Es erläutert solches auch schon das Zurückprallen des Hammers vom Amboß. Es ist aber bekannt, daß in der Atmosphäre beständig gar viel äusserliche Bewegung vorhanden ist, auch wo es uns nicht unmittelbar merklich wird. Die Erfahrung lehret auch, daß das Hinein- und Herausdringen der flüßigen Materie bey porösen Körpern durch hinzukommende äusserliche Bewegung, z. E. das Herumschütteln, befördert wird. Daher kan auch noch vielmehr eine durchfahrende Materie die Zertheilung einer andern in einem flüssigen gleichförmig machen. Dergleichen thut eine gemäßigte Wärme, und noch mehr ein heftiges Feuer. Z. E. Ein Korn Gold zertheilet sich beym Schmelzen gleichförmig in eine ganze Masse Silber *. Ingleichen kan eine vorbeyfahrende Materie das Herausdringen eines Flüßigen aus einem porösen Körper befördern. Denn indem

* Herm. Boerhave Elem. Chemiae, Tom. I p. 130 edit. Lipſ.

indem die auswendig befindliche zum theil verjaget, und ihr Druck aufgehoben wird; so bekömmt die inwendige Raum herauszuweichen. Eben so kan, wenn die Bewegung inwendig in dem porösen Körper gesetzt wird, das Hineindringen von aussen befördert werden. Man wird auch nun verstehen, warum das Flüßige nur in Körper eindringet, mit denen es zusammen zu hängen geschickt ist. Denn es wird sonst durch die Ursache des ermangelnden Zusammenhanges, davon wir bald reden werden, stärker abgestossen, als die Theilgen des Flüßigen unter sich einander von sich stossen. Daher ist keine Ursache da, warum die letztern sich von einander absondern solten. Die iezt gegebene Erklärung wird überhaupt dazu dienen, die Vertheilung und Ausbreitung der Materien in dem Flüßigen hinlänglich zu begreiffen.

§ 192.

Warum ein poröser Körper, nachdem ein Flüßiges eingedrungen, mehr Raum einnimmt, als er und das Flüßige einzeln genommen.

4) Wenn in einen porösen Körper ein Flüßiges eingedrungen ist; so nimmt er nunmehro mehr Raum ein, als er und das Flüßige einzeln genommen zuvor einnahmen. Denn wenn man z. E. einen metallenen Würfel, welcher oben in der Mitten vermittelst eines cylindrischen Aufsatzes eine Oeffnung hat, mit Erbsen füllet, und Wasser zugiesset, daß er ganz voll wird, die Oeff-

nung aber oben leichte verwahret; so drin-
gen, so bald die Erbsen qvellen, etliche
Tropfen heraus, zum deutlichen Beweis,
daß die geqvollenen Erbsen, ietzo mehr
Raum einnehmen, als zuvor sie und das
eingedrungene Wasser, einzeln genommen,
nöthig hatten. Die Ursache hiervon ist
nicht schwer zu finden. Nemlich indem
das eindringende Wasser die festen Theilgen
ausdehnet; so entstehen hin und wieder so
kleine Zwischenräumgen, in den Winkeln
der kleinen Hölen, welche die aus einander
gebogenen festen Theilgen machen, daß
kein Wassertheilgen darinnen Platz hat,
gleichwie auch die Wassertheilgen ihrer Här-
te wegen so geschmeidig nicht sind, daß sie
sich hinein beugten. Die Summe aller
dieser von Wasser und der Masse der Erb-
sen leergelassenen Räumgen machet den
Ueberschuß des Raumes aus, den ietzo
beyde zusammen nach dem Aufqvellen der
Erbsen erfordern.

§ 193.

Von der Cohäsion oder dem Zusammenhange der Körper. Die Frage ist hier nicht von dem Zusammenhange der idealischen Theile der Elemente,

Wir kommen nun auf die Untersuchung
des Zusammenhanges oder der Cohä-
sion der Körper. Hierbey ist zuförderst
zu merken, daß die Frage hier ist, warum
die realen Theile der Materie, und welche
von der Natur selbst getheilet, d. i. zu un-
terschiedenen Substanzen gemacht worden,
zusammen hängen, nicht aber, warum die
ideali-

idealischen Theile der Elemente nicht getrennet werden können. Was die letztern anlanget, so hat man nicht nöthig, eine fernere Ursache ihrer Untrennbarkeit zu suchen, als das ihnen von dem Schöpfer beygelegte Wesen. Die Untrennbarkeit erhellet aus ihrem Begriffe und der Natur der Kraft § 68, 69, und man muß doch irgend einmal bey ersten Substanzen und wirklichen Einheiten der Natur stehen bleiben § 17, 19. Hingegen diejenigen, welche sich über die Untrennbarkeit derselben, wenn sie doch Figur, und also idealische Theile, haben, so viel Schwierigkeiten machen, lassen aus der Acht, was Theilung im physikalischen Verstande heisset § 62, 66, daher ihre syllogistischen Schlüsse vier Terminos bekommen. Ferner ist auch ietzo nicht von demjenigen bloß mechanischen Zusammenhange die Rede, da eine Anzahl Körper durch andere schon zusammenhangende feste Körper beysammen erhalten wird, z. E. durch Nägel oder Stricke, oder wie die Stacheln der Brennesseln oder Bienen in der Haut stecken bleiben. Wir wollen vielmehr ietzo den physikalischen Zusammenhang untersuchen, welcher bey jenem schon vorausgesetzet wird. Doch versteht sich, und es wird bald weiter erhellen, daß die Figur und mechanische Application der kleinsten Theilgen, daraus ein Körper zusammen gesetzt ist, zu seinem Zusam-

auch nicht von dem bloß mechanischen Zusammenhange schon bestimmter Körper.

Zusammenhange gar vieles beytragen kan. Es ist demnach der Zusammenhang oder die Cohäsion der Körper, wornach wir ietzo fragen, seinem ersten Begriffe nach, derjenige Zustand der trennbaren Theile eines Körpers, vermöge welches sich gegen alle Gegenden zu, und auch mit einer Gleichgültigkeit gegen alle Materien irgend ein Widerstand äussert, wenn die Theile getrennt werden sollen, nemlich ein solcher Widerstand, welcher von ihrer eigenen Inertia, welche sie auch abgesondert an sich haben, unterschieden ist. Ich sage, der Widerstand muß sich gegen alle Gegenden zu äussern. Denn dadurch ist die Cohäsion von der Schwere unterschieden, welche ihre besondern Ursachen hat. Er muß sich auch mit einer Gleichgültigkeit gegen alle Materien äussern, damit der allgemeine Zusammenhang der Körper nicht mit der anziehenden Kraft der Magneten verwirret werde, welche ebenfalls ihre besondern Ursachen in der Natur hat, womit hingegen nicht geleugnet wird, daß ein Körper mit verschiedenen andern in unterschiedlichem Grade zusammen zu hängen geschickt seyn kan. Dem Zusammenhangenden wird das blosse Aggregat entgegengesetzt, da mehrere Substanzen ohne Zusammenhang beysammen sind. Aus dem gesetzten Begriffe des Zusammenhanges der Körper folget demnach, daß, so lange keine Ursache da ist, welche

Was hier der Zusammenhang heißt.

che hinlänglich ist, den Widerstand, welcher sich äussert, wenn die Theile getrennet werden sollen, zu überwinden, und der eine wird in gerader Linie fort bewegt; daß, sage ich, sich der andere mit bewegt. Ferner weil dasjenige, was den Widerstand bey versuchter Trennung der Theile verursachet, ein thätiges Bestreben seyn muß, es liege nun der Grund dazu in den Theilen selbst oder ausser ihnen; so wird eine erhöhete Erklärung des Zusammenhanges diese seyn, daß er ein Bestreben der realen Theile eines Körpers ist, sich in einer iedweden Lage einander bis zur Berührung zu nähern. Nachdem dieses Bestreben stark ist, nachdem ist auch der Widerstand stark, welchen die Ursache, die sie trennen will, überwinden muß. Doch ist vor sich klar, daß sich derselbe nach Beschaffenheit der mechanischen Application mehr oder weniger äussern muß. Z. E. Zwey ebene Flächen der Körper werden sich leichter auf einander verschieben lassen, als wenn man sie directe von einander zerren will. Uebrigens begreiffet unsere Definition sowohl den Statum des Zusammenhanges unter sich, da die Theile einander schon berühren, als den Actum, da sie nur darnach streben, und, wenn man sie daran hindert, einen Widerstand äussern.

Erhöhete Erklärung des Zusammenhanges.

§ 194.

Die Ursache des Zusammenhanges der Körper lieget nicht in Empfindungen, auch nicht in einer physikalischen anziehenden Kraft.

Auf was vor Weise der Zusammenhang verschiedener Arten von Körpern in einer Welt überhaupt möglich sey, ist in der Metaphysik § 369 gezeiget worden. Es ist nun ietzt zu untersuchen, welche Ursache des Zusammenhanges in dieser Welt als die allgemeineste wirklich vorhanden ist. Man darf dieselbe nicht in geistigen Kräften, nemlich in Empfindungen und Begierden der Elemente suchen § 41. Aus einer anziehenden Kraft dieselbe herleiten zu wollen, hiesse nichts anders, als den Effect selbst annehmen, und ihn unter einem andern Nahmen vor die Ursache ausgeben. Es kommen hier ausser den allgemeinen Gründen, wodurch § 182 2c. die Unmöglichkeit einer anziehenden Kraft, wiefern sie eine physikalische Grundkraft seyn soll, dargethan werden, noch besondere Ursachen hinzu, warum sie als die Ursache des Zusammenhanges nicht angenommen werden kan. Denn die Liebhaber derselben können nicht einmal eine beständige Regel von ihrer Wirkung angeben, und schreiben ihr ganz widrige Dinge zu, die nicht mit einander bestehen können. Bald soll sie sich nur bey der Berührung der Körper äussern, oder doch wenigstens bey einer sehr geringen Entfernung. Gleichwohl soll sie eine allgemeine Eigenschaft der Materie seyn, und man will bey den grossen

grossen Weltkörpern in der ungeheuersten Entfernung die Bewegung derselben daraus herleiten. Bey den Weltkörpern wird eine Regel vor dieselbe angegeben, welche wir weiter unten finden werden. Auf dem Erdboden aber trifft dieselbe nicht ein, und bey der Annäherung zu den größten Gebürgen wird keine Spur einer anziehenden Kraft derselben angetroffen. Bald soll alle Materie eine anziehende Kraft haben, bald sollen einige Materien z. E. Oel und Wasser eine Kraft haben einander von sich zu stossen. Die anziehende Kraft selbst soll sich ausser der Berührung, oder wenigstens ausser der Sphäre der Attraction, in eine Kraft verwandeln, wodurch die Körper einander von sich stossen. So bald die Körper einander so sehr angezogen haben, als sie können, so sollen sie hernach einander von sich stossen. Die Wärme soll den Körpern eine Kraft andere von sich zu stossen ertheilen, daraus die Ausdünstung folgen soll. Die Körper, die im Stande der Flüßigkeit einander anziehen, sollen, wenn sie in Dünste aufgelöset sind, einander von sich stossen, und daher sollen die ausgedehnten Dünste ein sehr grosses Vermögen haben sich auszubreiten *. Wer kan sich hiervon einen Begriff machen, und wer hätte glauben sollen, daß zu einer

Zeit

* S. Hrn. Nolet phys. experim. Tom. II p. 472 &c.

Zeit, da sich die Gelehrten so sehr rühmen, deutliche Begriffe zu suchen, grosse Männer, und die gegen die Hypothesen so sehr eyfern, solche widersinnische Begriffe vor eine Erklärung ausgeben, und selbst von der Absicht derer, die die anziehende Kraft als eine mathematische zuerst gebraucht haben, so viel abweichen sollten?

§ 195.

Die Ursache des Zusammenhanges lieget in dem Drucke einer subtilen elastischen Materie, welche eine Art vom Aether ist.

Man wird demnach leicht einsehen, daß der Zusammenhang der Körper von einer subtilen elastischen Materie herkommen muß, welche dieselben rings herum zusammen drücket. Nun ist dieselbe nicht die Luft, weil die festen Körper ihren Zusammenhang auch in dem Luftleeren Raume behalten. Noch weniger ist sie ein noch gröberes Flüßiges, obwohl alle ringsherum befindliche flüßige Materien beyhelfende Ursachen des Zusammenhanges abgeben können. Sie ist demnach eine Art vom Aether § 184. Daß einige berühmte Gelehrte demselben ein solches Vermögen absprechen, kömmt theils daher, daß sie sich die Natur der subtilen elastischen Materien nicht richtig vorstellen, sondern, weil man sie flüßig nennet, die Eigenschaften der gröbern und uns bekannten flüßigen Materien dem Aether zu frühzeitig zuschreiben, ob sie gleich aus dem Begriffe der Flüßigkeit an sich gar nicht folgen; theils

theils kömmt noch darzu, daß sie, selbst wenn sie geometrisch zu demonstriren scheinen, falsche Suppositionen annehmen und welche in der Natur nicht statt haben. Als eine Instanz kan man wider sie die Erscheinungen an denen Magneten gebrauchen, welche heute zu Tage iedermann dem Drucke einer subtilen Materie zuschreibet. Denn wenn es durch einen solchen Druck möglich ist, daß eine Masse, welche gar vielmal schwerer, als der Magnet selbst, ist, an ihm erhalten werden kan, warum soll eine noch weit subtilere elastische Materie nicht auch den oft so festen Zusammenhang der Körper verursachen können? Man muß sich aber die Sache also vorstellen. Die Theile des Aethers sind in Bemühung einander von sich zu stossen, weil sie sich im Stande einer ihnen wiedernatürlichen Zusammenpressung befinden § 98. Die realen ätherischen Theile, das ist die einzelnen ätherischen Substanzen, hangen nicht zusammen, sondern sie machen ein Aggregat § 193 aus, welches aus Noth beysammen ist, weil sie selbst von allen Seiten gepresset werden, von welcher Pressung der Grund in der göttlichen Erhaltung der Welt unmittelbar, oder in der äussersten Materie liegt, welche die Gränzen der sichtbaren Welt ausmachet § 100. Dieser Aether, dessen Figur oder auch verschiedene Arten man nicht weiter zu bestimmen brauchet, ist ent-

Wie man sich denselben vorzustellen hat.

weder selbst die subtileste Materie in der Welt, oder er gehöret doch zu denen subtilesten. Weil nun die Körper sehr porös § 187, und aus undenklich kleinen Theilen zusammen gesetzt sind § 64 ꝛc.; so dringet dieser allgemeinste Aether in alle uns sinnliche Körper ein, und umgiebt alle Theilgen derselben dergestalt, daß auch ein Punct, welcher uns kaum mehr merklich ist; dennoch, weil er in der That noch ein sehr starkes zusammengesetztes ausmachet, von demselben ringsherum umgeben wird, und die sehr zahlreichen Realtheile desselben dadurch zusammen gedrückt und beysammen erhalten werden. Wenn daher irgend eine äusserliche Kraft diese Theile trennen soll; so muß sie den Druck des Aethers überwinden, dessen Vermögen uns nicht anders als a posteriori kenntlich werden kan. Und dabey ist noch insonderheit in Obacht zu nehmen, daß eben der Subtilität der Materie wegen es nicht möglich ist, daß wir etwan die kleinsten Theile nur mit einer ihrer Fläche parallel gehenden Bewegung auf einander verschieben und also gegen den Aether mit sonderlichem Vortheil agiren können. Denn was uns das kleinste scheinet, das ist in der That noch aus unzehligen mannigfaltig figurirten und in einander geflochtenen Theilen zusammen gesetzet. Daher werden wir, wenn wir an einem festen Körper ein Theilgen, so klein es nur

unsern

unsern Sinnen merklich ist, auf dem andern verschieben wollen, allezeit gar viele andere in der Natur getheilte Substanzen directe, oder mit Directionen, die grosse Winkel machen, von einander sondern, und in Ansehung derselben die ganze Kraft des drückenden Aethers oder einen grossen Theil derselben überwinden müssen.

§ 196.

Der Zusammenhang richtet sich nach der Menge der Berührungspuncte.

Man kan hieraus schon begreiffen, daß bey Setzung des Aethers der Grund von dem Zusammenhange der Körper in der Menge ihrer Berührungspuncte, mithin auch in der Figur und Glätte der Flächen der Theile, die einander berühren, liegen muß. Denn ie in mehrern Puncten die Körper, oder deren Theile, einander berühren, desto mehrmalen findet der Druck desjenigen Aethers, der die Ursache des Zusammenhanges ist, statt, und desto stärker hangen sie also zusammen. Weil nun die grössere Schwere ein untrügliches Kennzeichen ist, daß ein Körper mehr eigenthümliche Materie besitzet, und also auch einer andern Materie, die an ihn stösset, unter den gehörigen Bedingungen mehr Puncte darreichen kan, in welchen er berühret werden mag; so begreiffet man hieraus die Regel, welche die Erfahrung bestättiget hat, daß die leichtern Körper sich an die specifice schwerern anhängen, nicht

Warum die leichtern Materien sich an die schwerern anhängen, nebst den Bedingungen hiervon.

aber umgekehrt, und daß die Theile eines specifice schwerern Körpers bey sonst gleichen Umständen stärker zusammen zu hangen geschickt sind, als die Theile eines specifice leichtern. Zur Anwendung derselben aber muß man folgendes merken. Erstlich ist von der unmittelbaren Berührung die Rede. Wenn daher zwischen zwey Körpern noch andere darzwischen sind, welches geschiehet, wenn sie Hölen haben, darinnen ein anderes Flüßiges Raum findet, oder wenn die Fläche des einen oder beyder mit einer andern Materie überzogen ist; so kan man die gegebene Regel nicht anders appliciren, als daß man Achtung giebt, welche Materien eigentlich einander unmittelbar berühren. Ferner wenn man die Schwere der Körper in ihrer Art, d. i. in gleich grossen Stücken, mit einander vergleichet; so verwirre man die Gravitatem specificam grosser Massen, und kleiner Theile derselben, nicht mit einander. Denn wenn z. E. gleich ein grosses Stück in einem Flüßigen nicht untersinket; so folget noch nicht, daß die Materie, daraus die festen Theile desselben bestehen, von geringerer Schwere, als das Flüßige, ist. Denn die Ursache, warum es nicht untersinket, kan in der Porosität und Zusammensetzung desselben liegen; dergestalt, daß die ganze Masse, wenn sie sinken solte, mehr Flüßiges aus seinem Orte vertreiben müßte,

Es kömmt dabey auf die unmittelbare Berührung an.

Die besondere Schwere der grossen und kleinen Theile eines Körpers ist nicht zu verwirren.

te, als sie selbst wieget, indem sie zugleich vor die in ihren Poris befindliche leichtere Materie Platz machen muß, welche durch das Flüßige vielleicht nicht aus ihrem Orte vertrieben werden kan, weil die Structur des Körpers nicht verstattet, daß dasselbe in ihn eindringet. Dieses gilt aber deswegen noch nicht von allen kleinen Theilgen des festen Körpers, welche viel schwerer, als das Flüßige seyn können, und auch einzeln genommen darinnen untersinken. Z. E. das Holtz oder ein trockener Schwamm schwimmet auf dem Wasser. Da aber beyde untersinken, wenn sie von Wasser gnugsam durchdrungen werden, welches an dem Holtze wahrgenommen wird, wenn man anstatt eines grossen Stückes Sägespäne nimmt, so ist offenbar, daß die kleinen Theile beyder Körper schwerer als das Wasser sind. Daher ist es auch nicht zu verwundern, daß sich das Wasser an dieselben anhänget. Endlich da die Schwere nicht an sich die Ursache von dem Zusammenhange ist, sondern nur wieferne man daraus auf eine grössere Anzahl der Berührungspuncte einen Schluß machen kan; so darf man die Gültigkeit der Regel über ihren Beweisgrund nicht ausdehnen. Es ist daher möglich, daß specifice leichtere Körper doch in einen stärkern Zusammenhang kommen, als anderwärts die specifice schwerern, nemlich dafern jene der

Die Schwere ist nicht an sich der Grund vom Zusammenhange, sondern nur, wiefern sie eine grössere Menge Berührungspuncte anzeigen kan.

Figur ihrer kleinen Theile nach geschickter sind, einander in vielen Puncten zu berühren. Aus diesem Grunde hat man es z. E. herzuleiten, daß Kupfer und Eisen in einen stärkern Zusammenhang kommen, als Gold, Silber oder Bley, obgleich die letztern specifice schwerere Materien sind.

§ 197.

Erfahrungen, daß die Körper sogleich zusammenhängen, sobald sie einander in einer gnugsamen Menge von Puncten berühren.

Wenn die vorhin § 195 angegebene Ursache des Zusammenhanges der Körper ihre Richtigkeit hat, so müssen zwey Körper sogleich in Zusammenhang kommen, wenn man sie nur in einer merklichen Fläche zur unmittelbaren Berührung bringen, und also sowohl die Luft als auch den allgemeinen Aether zwischen ihnen hinwegbringen kan. Ich sage, die Fläche, damit sie einander berühren, muß eine proportionirte Grösse haben. Denn es wird zwar die Berührung in einem iedweden Puncte eine Ursache des Zusammenhanges abgeben. Allein wegen der widerstehenden Schwere, und anderer Ursachen wird derselbe anders nicht, als in einer gnugsamen Menge der Berührungspuncte, uns merklich werden können. Dieses bestätiget auch die Erfahrung. Der gnugsam subtile Staub hänget sich an alle Körper an, so bald er sie berühret. Das Qvecksilber hängt sich in gnugsam kleinen Theilgen auch an das Glas an, mit welchen die grössern Theile ihrer

ihrer Schwere wegen nicht zusammen zu hangen geschickt sind. Eben dieses beweisen auch die grössern Körper. Wenn man zwey glatt polirte Flächen, z. E. an zwey Halbkugeln oder Cylindern auf einander reibet, so hängen sie zusammen, und zwar mehr, als sie die Luft zusammen zu drücken vermag, wiewohl diese das ihrige auch beyträgt, daher im luftleeren Raume der Zusammenhang nur schwächer ist. Noch stärker aber hängen sie zusammen, wenn sie zuvor mit einer flüßigen oder fetten Materie, z. E. Unschlitt, überstrichen worden, welche vor sich nichts weiter dazu beyträget, als daß sie die Ungleichheiten ausfüllet, und, indem sie die Flächen glätter machet, zuwege bringet, daß die Berührung in mehrern Puncten geschehen kan. Der Zusammenhang wird daher auch verschiedentlich, nachdem das Flüßige ist, damit man die Fläche bestrichen, oder sie noch dazu vorher warm gemacht hat *. Wenn die Theile fester Körper, indem man sie stark auf einander reibet, ein wenig eingedrückt werden können, daß sie einander in mehrern Puncten berühren; so hängen sie ebenfalls stärker zusammen, als sie die Luft zusammen drücken könnte, z. E. zwey Bleykugeln, oder bleyerne Cylinder. Eine geschossene Kugel bleibt an dem Steine kle-

* Muschenbroek Elem. phys. §. 557, 558.

ben. Wenn man den Finger oder einen Stab an ein springendes Wasser anhält, welches einen ganz zarten Strohm formiret; so ist die Kraft des Zusammenhanges mit dem Finger oder Stabe so vermögend, daß sich das Wasser um denselben herum=beweget, und ihn umfliesset, da hingegen solches nicht geschiehet, sondern nur das Wasser ein wenig reflectirt wird, wenn der Stab mit Fette geschmieret und alsdenn mit semine lycopodii bestreuet worden, als womit das Wasser eben wegen der wenigen Berührungspuncte nicht zusammen=hänget *.

§ 198.

Warum der Zusammenhang verschiedener Körper von ungleichem Grade ist.

Um unsere angegebene Ursache des Zusammenhanges noch ferner zu bestätigen, müssen wir nun die wichtigsten Umstände, welche dabey wahrgenommen werden, besonders durchgehen, und dieselben daraus auflösen. Zuerst verdient die Frage eine genauere Betrachtung, warum der Zusammenhang verschiedener Körper von so ungleichem Grade ist. Hierzu träget erstlich der Unterschied der mechanischen Ursachen etwas bey. Nemlich die kleinen Theilgen schicken sich ihrer Figur wegen das eine mahl besser, als das andere, einander in vielen Puncten zu berühren, wie schon erinnert worden. Ferner kan

* Siehe Hrn. Hofrath Hambergers elem. phys. p. 123, 136, 138.

kan der Zusammenhang in grossen Körpern, durch die Figur der kleinen Körpergen, daraus sie bestehen, und deren Zusammenhang schon vorausgesetzt wird, gewaltig befördert werden, nachdem nemlich dieselben vortheilhaft mit einander verbunden sind, so daß das eine nicht anders als durch Trennung vieler andern losgerissen werden kan, z. E. wenn sie in einander geschlungen sind, wie im Leder oder Filtz. Hierzu kommen noch ferner physikalische Ursachen. Denn erstlich kömmt es darauf an, ob die Theilgen des Körpers von merklicher Elasticität, und ob sie es mehr oder weniger sind, sie mögen es nun an sich selbst seyn, oder wegen einer elastischen Materie, welche darinnen, als in Capsuln, verschlossen ist, oder sich sonst in ihren Poris aufhält, und bey der Berührung sie nicht herausgehet. Denn wenn sie elastisch sind, und ihre Elasticität ist nur von etwas geringerm Vermögen, als die Kraft des zusammendrückenden Aethers; so widerstehen sie gewaltig, und heben dadurch einen Theil des Druckes desselben auf, daß es so viel ist, als ob sie mit geringerer Kraft zusammen gedrückt würden. Weil nun derjenige, der sie trennen will, nur den Ueberschuß der drückenden Kraft des Aethers zu überwinden brauchet; so ist der Widerstand, den er findet, schwach, und also der Zusammenhang geringe. Es kan auch hier-

nächst der Aether an der Luft und andern elastischen Materien das einemahl mehr beyhelfende Ursachen finden, als das andere. Denn es kan z. E. die Luft ihren Druck mit dem Drucke des Aethers verbinden und den Zusammenhang verstärken, wie die ausgepumpten Magdeburgischen Halbkugeln in freyer Luft stärker, als im Luftleeren Raume zusammen hängen. Hinwiederum können auch die in der Luft befindlichen Dünste theils die Elasticität der Luft schwächen, theils den Körper lockerer und weicher machen, indem sie in ihn eindringen, da denn der Zusammenhang in beyden Fällen geringer wird. Noch weiter, wenn vielleicht die elementarischen Theilgen, daraus gewisse Körper bestehen, inwendig leere Räumgen haben, daß sich ihre Substanz demnach in einen kleinern Raum zusammen pressen lässet; so werden bey zunehmender Zusammendrückung auch die Berührungspuncte vermehret, und also wird der Zusammenhang stärker. Endlich da die Körper aus sehr mannigfaltigen Theilen bestehen, so können alle diese Ursachen zusammen kommen, aber sich auf unzehlige Art immer anders verbinden. Z. E. Es können in dem einen Körper mehr merklich elastische Theilgen seyn, als in dem andern, und die Grade der merklichen Elasticität selbst können sich wegen Mannigfaltigkeit der Theile sehr verändern.

§ 199.

Damit man sich den Einfluß nicht falsch vorstelle, welchen die in einem Körper befindliche elastische Materie in die Verminderung oder Vermehrung des Zusammenhanges der Theile haben kan; so ist noch folgendes zur Erläuterung zu merken. Wenn elastische Materie von merklicher Kraft in einem Körper befindlich ist; so befindet sie sich entweder frey und abgesondert, oder sie ist in eine andere, gleich als in Hölen und Capsuln eingeschlossen. Im ersten Falle hindert sie die Festigkeit des Zusammenhanges § 198. Im andern Falle aber ist ihr Vermögen darnach zu ermessen, nachdem die Capsul dünn ist, und nachdem die elastischen Theilgen vielleicht hin und wieder durch die Oeffnung der Capsul herausstrahlen können. Denn da die äusserliche Fläche der Capsul grösser ist, als die innerliche; so behält die äusserlich drückende Kraft die Oberhand, indem sie in mehrern Puncten drücket, gesetzt auch, daß die von aussen und innen befindliche elastische Materie an sich selbst von gleicher Kraft ist. Auf diese Weise kan der äusserliche Aether einen Körper zusammen drücken, wenn gleich in den Theilen des Körpers ein eben so vermögender Aether befindlich ist. Der Grad des Zusammenhanges aber wird von der Dicke der Capsuln, d. i. der undurchdringlichen

Unterschiedener Einfluß des Aethers im Körper in die Bestimmung des Zusammenhangens, nachdem derselbe darinnen frey befindlich, oder in Capsuln eingeschlossen ist.

Schalen, darinnen der Aether befindlich ist, abhangen. Daß dergleichen Fälle in der Natur häufig vorkommen, lehret die Erfahrung an den verbrennlichen Materien, welche zwar viel Aether enthalten, sich aber auch ausserdem in Asche und Rus auflösen, welche nebst andern im Rauche davon fliegenden Theilgen zuvor die Capsuln ausmachten, welche den Aether in sich hielten.

§ 200.

Warum einige Körper leicht andere schwerlich, manche auch gar nicht, in Zusammenhang treten.

Die Erfahrung lehret ferner, daß einige Körper leicht, andere schwerlich, manche auch gar nicht, in Zusammenhang treten. Dieses geschiehet ebenfalls theils durch mechanische, theils durch physikalische Ursachen. Denn wenn die Theile der Körper einander in sehr vielen Puncten berühren; so wird dadurch der Zusammenhang befördert. Es ist aber solches theils dadurch möglich, wenn sie sehr glatt sind, theils durch die besondere Figur derselben, theils aber auch schon dadurch, wenn die Materie in sehr kleine bewegliche Theilgen getheilet ist. Wenn daher bey flüßigen Materien nur ein Anfang des Zusammenhanges mit einem festen Körper gemacht worden; so wird derselbe durch die Beweglichkeit ihrer Theilgen selbst weiter getrieben. Denn die Nebentheilgen weichen in die nächsten Fugen des festen Körpers hinein, weil sie darinnen weniger

niger Widerstand als ausserhalb finden, indem ihnen dort nicht aus so vielen Puncten mit thätiger Kraft widerstanden werden kan § 189. Hieraus hat man es herzuleiten, daß ein Tröpfgen Wasser auf einer Fläche, damit es zusammen zu hängen geschickt ist, nicht seine kugelrunde Figur behält, sondern zerfliesset, und dieses um so vielmehr, wenn die Fläche mit eben dergleichen Flüßigen angefeuchtet ist. Hingegen muß das Gegentheil erfolgen, und das Tröpfgen muß, wenn es mit der Fläche, darauf es lieget, nicht zusammenhängt, eine kugelrunde Figur haben und behalten, wiefern nicht etwan die Grösse und Schwere desselben eine Veränderung verursachet. Denn weil es mit der Fläche nicht zusammen hängt; so siehet man daraus, daß es dieselbe nicht in einer gnugsamen Menge von Puncten berühren kan, um durch den Druck des Aethers an derselben erhalten zu werden. Die Theilgen des Flüßigen selbst aber müssen unter einander zu dergleichen Berührung in einer gnugsamen Menge von Puncten geschickt seyn, welches sonderlich aus der Subtilität der Theilgen, welche daher keine allzugrosse Poros übrig lässet, herzuleiten ist. Demnach werden die Theile des Tropfens von dem allgemeinen Aether stärker gegen einander gedrückt, als sie gegen die Fläche gedrückt werden können. Es kan aber der Tropfen bey

der

der Zusammenpressung seiner Theile gegen einander keine eckigte Figur bekommen. Denn das Theilgen, das in die Ecke zu stehen käme, würde daselbst in mehrern Directions-Linien gedrückt, als wenn es weiter hinein weichet. Weil nun die sämmtlichen Theilgen des Flüßigen unter einander sehr beweglich sind; so weichet es wirklich so weit hinein, bis dieser Grund aufhöret. Indem dieses ringsherum geschiehet; so bekömmt der Tropfen eine kugelrunde Figur, dergleichen man an ihm siehet, wo er sich frey beweget. Da sich nun die Gründe dazu auch schicken, wenn er auf einer Fläche lieget, damit er nicht zusammenhänget; so behält er dieselbe auch alsdenn, wofern nicht seine Schwere ihn in die Breite ausdehnet. Man siehet auch daraus, warum ein Tropfen, dessen Figur durch eine äusserliche Gewalt verändert war, seine kugelichte Gestalt wieder annimmt, so bald jene weichet. Als ein anderer Grund von dem Erfolg oder Mangel des Zusammenhanges kan folgendes hinzu kommen. Es ist eine Art von Aether möglich § 186, welcher, wenn er in einer porösen Capsul verschlossen ist, durch die Poros derselben heraus strahlet. Wenn in einem Körper dergleichen ist; so wird er mit demjenigen am meisten zusammenhangen, da der Aether in die leeren Räumgen des andern Körpers einstrahlen kan,

oder

oder da er in den Zwischenräumgen desselben eine solche Materie antrifft, welche er zu vertreiben geschickt ist. Findet sich ein solches Verhältniß wechselsweise zwischen zween Körpergen; so ist der Zusammenmenhang noch leichter. Trifft hingegen der herausstrahlende Aether an dem andern Körper dergleichen beqveme Poros nicht an; so werden die Körper gar nicht zusammenhängen, wenn es nicht durch die überwiegende Menge von Berührungspuncten zu wege gebracht wird. Der eine Körper wird vielmehr nach den Gesetzen der Elasticität § 120 rc. von dem andern abprallen, und sie werden einander von sich stossen. Noch eine hieher gehörige Ursache wird weiter unten erwiesen werden, welche in denen Atmosphären der Körper lieget. Denn vermittelst derselben können sie einander schon berühren, ehe es uns sinnlich ist. Daher können sie einander, wenn es nur die besondere Beschaffenheit der Atmosphäre nicht hindert, hernach durch den Druck des allgemeinen Aethers noch leichter genähert und zum Zusammenhange gebracht werden.

§ 201.

Warum einige Körper unmittelbar, andere aber vermittelst einer dritten Materie, zusammenhängen.

Einige Körper hangen unmittelbar zusammen, andere aber durch Beyhülfe einer dritten Materie. Diese dritte Materie muß sich entweder also verhalten, daß beyde Körper, welche vor

vor sich nicht zusammenhängen würden, mit ihr in Zusammenhang kommen; oder also, daß sie durch ihre Bewegung die Figur und Lage der Theilgen so verändert, daß sie nun zum Zusammenhange unter einander geschickt werden; oder es können beyde Arten zu wirken zusammen kommen. Der erste Fall ereignet sich sonderlich, wenn man zwey Körper vermittelst eines dritten, der ietzt flüßig ist, vereiniget, und indem dieser hernach fest wird, und die Materie, welche in ihm die Ursache der Flüßigkeit war, ausdünstet, nunmehr jene zusammen hängen. So gehet es mit dem Löthen, Kitten, Zusammenleimen, Mauren u. s. w. zu. Der Grad des Zusammenhanges, den die vereinigten Körper dadurch bekommen, beruhet demnach auf der Festigkeit, zu welcher die Materie selbst gelangen kan, welche man zur Vereinigung brauchet, ferner auf dem Zusammenhange, den die zu vereinigenden Körper mit ihr selbst haben, und endlich auf der Beyhülffe, welche der mittelbare Zusammenhang von dem unmittelbaren zugleich bekömmt, wenn nemlich die zu vereinigenden Körper einander auch selbst in vielen Puncten berühren, nur daß dieselben vor sich allein und ohne ein drittes Vereinigungsmittel zum Zusammenhange derselben noch nicht hinlänglich seyn würden. Z. E. Die Festigkeit der zusammengeleim-

ten

ten Breter wird theils durch die Festigkeit des Leimes, theils durch die Glätte der wohlgehöfelten Flächen der Breter zuwege gebracht, theils auch durch den Zusammenhang, den die Breter selbst mit dem Leime bekommen, daher man bey dem Zusammenleimen der Breter von schwerer Art einen stärkern Leim nehmen muß, sintemahl die Körper, deren Schwere in ihren kleinen Theilgen merklich unterschieden ist, nicht fest zusammen zu hangen pflegen § 196 *. Ich habe ferner gesagt, daß sich die Materie, wodurch man den Zusammenhang zweyer Körper zuwege bringet, sich auch also verhalten kan, daß die Figur und Lage der kleinen Theilgen dadurch bequem und also verändert wird, daß sie sich nun zum Zusammenhange schicken, dahin auch gehört, wenn die Theilgen biegsamer gemacht, und alsdenn durch eine äusserliche Gewalt zur unmittelbaren Berührung in vielen Puncten gebracht werden. Auf diese Weise geschiehet das Zusammenschmelzen, Zusammenschweissen, das Vergolden im Feuer, die Verbindung vermittelst der Auflösung im Wasser bey solchen Körpern, die hernach, wenn sie trocknen, fest werden, u. s. w. Denn daß z. E. grosse Stücken Bley, die übereinander geworfen sind, nicht zusammen hängen, kömmt

* Muschenbroek elem. phys. § 558.

kömmt daher, daß ihre Figur nicht zuläßt, daß sie sich in so vielen Puncten berührten, als nöthig ist, die blosse Schwere derselben, geschweige denn eine andere Gewalt, zu überwinden. Beym Schmelzen aber werden die Theilgen durch die Gewalt des Feuers von einander gesondert, und formiren eine flüßige Masse, deren kleinste Theilgen einander in einer gnugsamen Menge von Puncten berühren können, welches auch, indem die Feuertheilgen beym Erkalten davon fliegen, wirklich geschiehet, und daher ein fester Zusammenhang erfolget. Beym Zusammenschweissen des Eisens ist die Masse durch das Feuer biegsamer gemacht, und die Theilgen werden durch die Gewalt des Hammers gnugsam zusammen gebracht. Bey dem Vergolden im Feuer machet erst das Gold mit dem Qveckfilber eine weiche Masse, und die kleinen Theile desselben sind auseinander gesondert. Indem nun das Qveckfilber durch das Feuer davon flieget; so fügen sich dieselben in die beqvemsten Theile der Fläche des zu vergoldenden Körpers genau hinein, und hangen damit zusammen. Wenn man einen Körper, z. E. Erde oder Thon, im Wasser auflöset; so werden seine Theilgen auf eine ähnliche Weise von einander gesondert: und indem das Wasser ausdünstet; so berühren sie einander auf eine vortheilhaftere Art. Man kan deswegen

Eintheilung des Zusam-

wegen überhaupt den Zusammenhang der Körper in den mittelbaren und unmittelbaren eintheilen. Der unmittelbare ist, da die Theile, deren Zusammenhang betrachtet wird, einander unmittelbar berühren, und durch den Druck des Aethers beysammen erhalten werden. Der mittelbare Zusammenhang ist, wenn zwey Materien, deren Zusammenhang betrachtet wird, mit einer dritten, zwischen ihnen befindlichen, zusammenhängen, und vermittelst derselben ein zusammenhangendes Gantzes ausmachen. Und so fern ist ihnen auch nur ein mittelbarer Zusammenhang zuzuschreiben, daher auch der Zusammenhang verschiedener Theile in einem Körper zu der ersten oder zu der andern Art gehören kan. Wenn man also zwey vorher nicht zusammenhangende Materien vermittelst einer dritten in Zusammenhang bringet: so geschiehet es entweder so, daß man durch sie einen mittelbaren Zusammenhang bewirket; oder also, daß man dadurch nur ihre Theile, der Figur und Lage nach, so beqvem verändert, daß sie nun durch die Ursachen des unmittelbaren Zusammenhanges beysammen erhalten werden können; oder daß in Absicht auf verschiedene Theile alles beydes zugleich geschiehet. Z. E. Wenn Metall durch gewaltiges Feuer in Glas verwandelt wird, so entstehet nun ein unmittelbarer Zusammenhang. Wird

menhangs der Körper in den unmittelbaren und mittelbaren.

es aber durch Hinzuthuung gewisser Materien vermittelst des Feuers nur reduciret; so wird der Zusammenhang der metallischen Theilgen mittelbar, und das Feuer machet nur die sämmtlichen Materien dazu geschickt *.

§. 202.

Warum die Körper bey gewissen Umständen einander von sich stossen.

Ehe wir in der Betrachtung der Eigenschaften, welche in den Ursachen des Zusammenhanges ihren Grund haben, weiter fort gehen, so ist zu merken, daß sich aus den bisherigen nun schon die Ursachen übersehen lassen, wodurch es möglich ist, **daß in gewissen Fällen die Körper einander von sich stossen.** Denn eine von sich stossende Kraft als eine physikalische Grundkraft anzunehmen, gehet aus eben den Gründen nicht an, welche §. 182 rc. gegen die anziehende Kraft beygebracht worden. Sie würde auch nicht einmal mit den Umständen übereinstimmen, weil einerley Körper, und in einerley Entfernung, einander bald an sich ziehen, bald von sich stossen, welches widersprechend zu sagen wäre, dafern es nicht in der Wirkung der ringsherum und darzwischen befindlichen Materien seinen Grund hätte.

§ 203

* Boerhaave Chem. T. I pag. 215. T. II pag. 402.

§ 203.

Es können aber 1) zwey Körper deswegen einander von sich stossen, weil sie wegen eines in ihnen verschlossenen, aber durch die Poros hervorstrahlenden Aethers, oder irgend einer andern hervorragenden elastischen Materie nicht geschickt sind zusammen zu hängen § 200. Denn daraus folget, daß, wenn sie durch irgend eine Kraft gegen einander getrieben werden, die hervorragenden elastischen Theilgen eingedrückt werden. Weil nun gesetzt wird, daß die Bewegung gegen eine undurchdringliche Fläche geschiehet; so folget aus der Natur der Elasticität, daß sich die ankommende Bewegung in eine zurückgehende verwandelt § 121. Z. E. Von den Oeltheilgen kan man annehmen, daß eine von den Ursachen ihres Zusammenhanges diese ist, daß der in ihnen befindliche Aether durch die Poros seiner Capsul herausstrahlet, und daß die Oeltheilgen wechselsweise einige aetherische Strahlen gegen einander strecken, womit sie in einander eindringen § 200. Die Wasserkügelgen aber sind ohne Zweifel glatt. Daher kan das Oel in merklich grossen Portionen mit dem Wasser nicht zusammenhangen, sondern es muß von ihnen abprallen, und scheinet von dem Wasser zurückgestossen zu werden. Denn wo mehrere Oeltheilgen beysammen sind, da ent-

Die Körper können erstlich einander von sich stossen wegen einer aus ihnen hervorstrahlenden elastischen Materie.

stehen um sie herum einander durchkreuzende hervorragende Strahlen des Aethers, welche in keinen Porum der ohndem höchstsubtilen und glatten Wassertheilgen dringen können, und wodurch das Oel, so oft es gegen das Wasser getrieben wird, wieder abspringet. Hingegen die gnugsam subtilisirten Oeltheilgen lassen sich durch Schütteln mit dem Wasser vermischen, daß sie darinnen hängen bleiben. Denn entweder einzelne Oeltheilgen können in einzelne Wassertheilgen einiger massen einstrahlen; oder sie werden zwischen den Wassertheilgen durch den Druck und die Schwere der letztern mechanisch als schwebend erhalten, oder es kommt beydes zusammen. Aus eben dem Grunde mag es herkommen, daß Alcohol, welcher sich sonst durch Schütteln mit dem Wasser vereinigen lässet, dennoch mit solchem Wasser nicht mehr vereinigt werden kan, sondern dasselbe heftig fliehet, welches mit Salz völlig saturirt worden *, und sich daher mit dem Oleo Tartari per deliquium nicht vermischen lässet. Nemlich er wird der Strahlen wegen, die aus seinen Feuer-Capsuln hervorragen, von den festen Salztheilgen, an denen sie eingedrückt werden, aber nicht hineinstrahlen können, zurückgetrieben. Folglich kan er sich auch mit den Wassertheilgen, welche von jenen umgeben werden,

* Boerhaave Chem. T. I pag. 486.

den, nicht vereinigen, noch sie davon abstossen, weil die Salztheilgen um dieselben zu dichte herumstehen, und die feinesten von ihnen auch vermuthlich mit ihren Spitzen darinnen stecken.

§ 204.

Ferner wegen der Elasticität ihrer selbst oder der Zwischenmaterien.

Ferner 2) entstehet eine Bemühung einander von sich zu stossen aus eben dem Grunde, wenn die gantzen Körper, oder ansehnliche Stücke derselben, oder die zwischen ihnen befindlichen Materien, elastisch sind, und, indem sie gegen einander getrieben und eingedrückt werden, die Kraft, mit welcher sie sich zu entfernen bestreben, stärker ist, als der Zusammenhang, welcher nach Proportion der Berührungs-Puncte durch den Druck des Aethers erfolgen konte. Denn berühren die elastischen Körper einander unmittelbar; so gehet es alsdenn eben so zu, wie bey den Penduln die elastischen Kugeln, nachdem sie gegen einander geschlagen wieder von einander prallen, daher auch dieselben Gesetze der Bewegung § 126 rc. hier zu gebrauchen sind. Man begreiffet hieraus, wie der Schein entstehen kan, als ob eine anziehende Kraft, nachdem sie ihren höchstmöglichen Effect gethan, sich in eine von sich stossende verwandelte. Weil aber § 122 erwiesen worden, daß es nichts zur Sache thut, ob die

Wie sich eine anziehende Kraft in eine von sich stossende zu verwandeln scheinet.

stossenden Körper einander unmittelbar berühren, oder ob sie vermittelst einer darzwischen befindlichen elastischen Materie gegeneinander wirken; so werden auch die gegeneinander getriebenen Körper, vermittelst der zwischen ihnen verbleibenden elastischen Theile einander von sich stossen können. Man kan dieses insonderheit auf die Körper appliciren, die in einem Flüßigen schwimmen, und nachdem sie gegen einander gestossen, wegen derjenigen flüßigen Theilgen wieder von einander weichen, welche in den Hölen der anstossenden Flächen darzwischen bleiben, oder welche sich wenigstens in denen Winkeln, zunächst bey dem Berührungspuncte, befinden, und die Körper auseinander drücken. Hieraus ist zum Theil § 191 die gleiche Vertheilung der Materien in einen Flüßigen erkläret, ingleichen Rechenschaft gegeben worden, warum die in der Atmosphäre herumschwebenden Theilgen in die porösen Körper eindringen, und, wenn äusserlich ihre Dichtheit abnimmt, auch zum Theil wieder herausgehen. Demnach können Körper, ehe wir eine Berührung zwischen ihnen wahrgenommen, und, wie es scheinet, in der Ferne, einander von sich stossen. Aus eben diesem Grunde, nemlich von der Elasticität einer darzwischen befindlichen Materie ist auch das scheinbare von sich Stossen zu erklären, da zwey vermischte Materien, oder auch zwey in einem Flüßigen schwim-

Wie die Materien, die in einem Flüßigen schwimmen, einander von sich stossen.

Wie vereinigte Materien beym Hinzukommen einer dritten einander fahren assen.

schwimmende, und mit einander verbundene, sich von einander absondern, so bald eine gehörige dritte darzu gegossen wird, also daß die abgesonderte entweder zu Boden fällt, oder nun oben schwimmet. Nemlich es geschichet dieses so oft, als die von neuem zugegossene Materie mit einer der beyden vorigen stärker zusammenhängt, als jene unter sich zusammenhangen. Weil nun erwiesen worden, daß der Zusammenhang von dem Drucke eines Aethers nach Proportion der Berührungspuncte der Körper abhanget; so geschiehet diese Absonderung durch nichts anders als durch einen Stoß des Aethers, welcher, indem er die eine Materie stärker an die andere andränget, die andere abstösset. Ob die letztere hernach zu Boden fällt, oder oben schwimmet, kömmt auf das Verhältniß ihrer Schwere gegen die Schwere des Flüssigen an, darinnen sie sich befindet. Z. E. Wenn in Wasser ein solches Salz gethan worden, welches sich leichte davon absondert, und wird Alcohol zugegossen, so vereinigt sich das Wasser mit ihm, und das Salz fällt zu Boden. Dieses stimmet mit dem vorigen § 203 also überein, wenn man sich vorstellet, daß ein leicht abzusonderndes Salz die Wassertheilgen nicht in so vielen Puncten umgiebt, und auch so subtile Spitzen nicht hat, welche in die Wassertheilgen tief eindringen könnten. Wie-

derum wenn Alcohol mit Oelen oder Resinis vermischt gewesen, und wird Wasser zugegossen, so vereinigt er sich mit dem Wasser, und giebt ein weisses Flüßiges, das Oel aber sondert sich ab *. Das recht gute Scheidewasser, wenn hintereinander Silber, Kupferblättgen, Eisen, Zinck, Krebsaugen, Spiritus Urinae, endlich ein alcalischer Liquor, hineingethan wird, lässet bey der Hinzukunft des Folgenden, als mit welchem es iedesmal stärker zusammenhängt, allezeit das vorhergehende fallen **.

§ 205.

Wiefern das blosse Nichtzusammenhängen zweener Körper einen Grund abgiebt, auf ein von sich stossen zu schliessen.

Das blosse Nichtzusammenhangen zweener Körper kan man zwar an sich noch kein von sich stossen nennen. Es lässet sich aber aus den ietztbeschriebenen beyden Gründen begreiffen, daß allezeit einiges von sich stossen damit verbunden ist, wenn Körper gegen einander beweget werden, und doch nicht zusammenhangen. Denn erstlich hat man sich vorzustellen, wie aus andern Gründen erweislich ist § 93, daß alle Körper, wenigstens in ihren kleinsten Theilen, elastisch sind. Daher weil sie doch, ehe sie sich berühren, durch irgend eine Kraft einander genähert werden müssen; so werden die elastischen Theile wenigstens eine uns unmerkliche Eindrückung leiden, woraus

* Boerhaave Chem. T. I p. 486, 487.
** Muschenbroek elem. Phys. § 540.

woraus ein Bestreben, sich wieder von einander zu entfernen, erfolgen wird. Hiernächst weil der Nichtzusammenhang aus dem Mangel einer gnugsamen Menge von Berührungspuncten entstehet, und daher in den Poris und Hölen sich ein anderes elastisches Flüßiges befindet, welches durch die Kraft, welche die Körper in Zusammenhang zu bringen versuchet, ein wenig gedrückt worden, und, indem es sich nun wieder ausdehnet, sie von einander treibet; so kan man in Ansehung desselben noch vielmehr sagen, daß bey dem Nichtzusammenhängen zweener gegen einander bewegter Körper allezeit ein von sich stossen vorkomme.

§ 206.

Die Körper können ihrer Atmosphären wegen einander von sich stossen,

Noch ferner 3) können zwey Körper deswegen einander von sich stossen, auch in einiger Entfernung, wenn sie beyderseits **Atmosphären** haben, die aber unter sich nicht zusammen zu hängen geschickt sind. Es ist auch genug, wenn einer von beyden eine Atmosphäre hat, welche aber von dem andern zurückgestossen wird. Noch ein anderer Grund des von sich Stossens kan 4) in der **lebendigen Bewegung einer Materie liegen**, welche durch den einen Körper **durchstreichet**, und doch in dem andern keinen beqvemen Platz vor sich findet. Es können auch zwey dergleichen Materien aus beyden Körpern wechselsweise

ingleichen wegen einer durch sie durchstreichenden Materie.

weise einander begegnen. Z. E. Aus diesem Grunde stossen die ähnlichen Pole der Magneten einander von sich.

§ 207.

Das Vonsichstossen kan auch durch die Lage der Flächen mechanisch determinirt werden,

Noch weiter 5) kan ein scheinbares Vonsichstossen **mechanisch durch die Lage der Fläche**, darauf sich ein Körper befindet, determinirt werden. Denn wenn bey Annäherung an den einen Körper, welcher unbeweglich bleibt, die Fläche, worauf der andere lieget, schief wird, daß derselbe darauf hinunter rollen kan; so wird jener diesen von sich zu stossen scheinen, gleichwie er ihn an sich zu ziehen scheinet, wenn die Fläche in umgekehrter Richtung eine Schiefe erlanget.

wie auch durch das veränderte Gleichgewichte in dem Drucke der umliegenden Materien.

Endlich 6) ist es auch bey einer beqvemen Application durch die **Veränderung des Gleichgewichtes in dem Drucke der umliegenden Materien** möglich, daß Körper einander von sich zu stossen scheinen, weil nemlich der Druck der umgebenden Materie in der Richtung, in welcher er iezt gegen den einen Körper vermögender geworden, denselben von dem andern wegtreibet. Aus diesen beyden Ursachen sind die Erscheinungen zu erklären, welche man an einer kleinen holen Kugel wahrgenommen, die auf einem Gefässe voll Wasser schwimmet, und welche bald von dem Rande des Gefässes, oder dem eingetauchten Finger, angezogen, bald

zurück-

zurückgetrieben zu werden scheinet. Die hieher gehörigen Erfahrungen findet man bey Hrn. D. Hambergern sehr schön beysammen *. Die zwey Hauptumstände, daraus sie sich sämmtlich begreiffen lassen, sind diese beyden. Erstlich beweget sich die Kugel nach der Gegend zu, wo das Wasser, mit welchem sie zusammenhängt, und welches an ihr in die Höhe steiget, sich am weitesten hinauf gezogen hat. Daher weichet sie auch gegen den Rand des Gefässes hin, wenn das Wasser an demselben eine hole Fläche macht, wie denn auch an ihr selbst von dieser Seite das Wasser am höchsten aufsteiget. Gleichermaßen beweget sie sich nach dem nahe dabey eingetauchten Finger, wenn das Wasser mit ihm zusammenhängen, und also ein wenig an ihm hinauf steigen, kan. Alsdenn scheinet der Rand des Gefässes, oder der Finger, die Kugel anzuziehen. Ist hingegen das Gefässe bis über seinen Rand mit Wasser angefüllet, so daß das Wasser oben darauf eine convexe Fläche machet; so weichet die Kugel von dem Rande hinweg, und es steiget auch das Wasser an ihr auf der Seite am höchsten, welche von dem nahen Rande des Gefässes abgekehret ist. In diesem Falle scheinet deswegen der Rand die Kugel von sich zu stossen. Diese Wirkungen erfolgen wegen der Veränderung des Gleichgewichtes

* elem. phys. in scholiis ad § 180 p. 142 &c.

tes in dem Drucke der Wassersäulen gegen einander, auf eine ähnliche Art, wie oben § 178 von dem Steigen des Wassers in den Haarröhrgen Rechenschaft gegeben worden. Denn das Wasser, welches mit dem festen Körper zusammen hängt, kan nicht mehr unter sich drucken, und eben deswegen steiget es daran höher, so weit es seine Schwere verstattet, nemlich so lange, bis die Schwere des aufgestiegenen der Kraft des Zusammenhanges gleich wird. Die nächstfolgende Schicht Wasser verliert, weil sie mit dem aufgestiegenen zusammen hängt, auch etwas von ihrem Vermögen unter sich zu drucken. Dergleichen Verlust leidet hingegen das gegendrückende Wasser nicht. Weil nun das Wasser gegen alle Seiten drucket § 171: so wird die schwimmende Kugel von denen mehr vermögenden Wassersäulen, nach der Gegend, wo das Vermögen geringer ist, hingeschoben, das ist, sie wird nach der Gegend hinbeweget, wo das Wasser an dem cohärirenden Körper am höchsten aufgestiegen, und wo es also von seiner eigenen Druckkraft etwas verloren hatte. Doch verstehet sich leichte, daß dieses alles allererst geschehen kan, wenn die Körper einander gnugsam nahe sind, weil ein kleiner Unterschied des Druckes in einer grossen Entfernung nichts merkliches wirken könte. Der andere Hauptumstand ist, daß, wenn die

die Umstände so geordnet werden, daß auf dem Wasser eine schiefe Fläche entstehet, sich die schwimmende Kugel auf derselben hinab beweget, und daher bald angezogen bald fortgestossen zu werden scheinet. Es geschichet solches z. E. wenn die Kugel mit Fett geschmieret und hernach mit semine Lycopodii bestreuet worden, daß das Wasser mit ihr nicht zusammenhängen kan. Denn alsdenn drücket sie blos eine Grube auf dem Wasser ein. Daher wenn sie gegen den Rand des Gefässes, wo das Wasser eine hole Fläche machet, und wo es also Berg auf gehet, gedrücket wird; so weichet sie von dem Rande wiederum ab, so bald man sie fahren lässet, weil sie sich auf der schiefen Fläche hinab bewegen muß. Daher scheinet sie der Rand von sich zu stossen. Die andern Specialfälle lassen sich auf gleiche Art erklären. Sie sind aber zu weitläuftig hier anzuführen. Daß übrigens meine angeführten Ursachen der Repulsion der Körper ihre Vollständigkeit haben, wird man leichte erkennen, wenn man sich den Eintheilungs-Grund also vorstellet. Daß ein Körper den andern von sich stösset, kömmt her entweder von einer blos mechanischen Ursache, nemlich der Lage der Fläche, darauf er auflieget, n. 5; oder von einer lebendigen Bewegung einer andern Materie n. 4; oder von der Elasticität der gegen einander gedrückten Substanzen

Erinnerung wegen der Vollständigkeit der gegebenen Erklärung.

stanzen n. 1, 2, 3; oder von der Verände- rung des Gleichgewichtes in dem Drucke der herum befindlichen Materien n. 6. Denn wo man nicht geistige Ursachen an- nehmen darf, da ist keine andere Ursache der Bewegung möglich, als eine andere le- bendige Bewegung, ein Bewegungs-Ni- sus, und hiernächst die mechanische Appli- cation.

§ 208.

Von der Geschmeidigkeit, Ductilität und Biegsamkeit der Körper.

Wir wollen nun fortfahren die beson- dern Eigenschaften der Körper, welche Umstände und Folgen von der Art ihres Zusammenhanges sind, zu betrachten. Es ist ein merkwürdiger Unterschied an zu- sammenhangenden Körpern, daß sich eini- ge biegen und ziehen lassen, ohne daß ihre integralischen Theile den Zusammenhang verlieren, da hingegen andere, wenn dieses geschehen solte, zerbrochen und zerrissen werden. Die Eigenschaft der Körper, ver- möge welcher sich ihre integralischen Theile in eine andere Lage bringen lassen, ohne daß sie ihren Zusammenhang verlieren, wol- len wir die **Geschmeidigkeit** oder **Du- ctilität im weiten Verstande** nennen. Sie begreiffet als Gattungen unter sich diejenige Veränderung der Lage der Theile, da die gerade Linie, welche die Länge des Körpers bestimmet, verlängert wird, wel- ches die **Ductilität** in der engen Bedeu- tung heisset; Ferner diejenige, da die äus-

serſten

sersten Puncte derselben mit einer Krümmung der Linie einander genähert werden, welches die Biegsamkeit genennet wird; und endlich diejenige, da die Längenlinie gerade bleibet, aber die äussersten Puncte des Körpers einander genähert werden, und also der Körper bloß zusammengedrücket wird. Hingegen wiefern die Theile den Zusammenhang verlieren, wenn man sie in andere Lage bringet, so heissen die Körper zerbrechlich. Doch verwirre man mit dieser physikalischen Zerbrechlichkeit nicht den Gebrauch des Wortes im gemeinen Leben, da man nur die Körper zerbrechlich nennet, welche mit leichter Mühe zerbrochen werden können.

§ 209.

Erinnerung von der Unmöglichkeit einer unendlichen Theilbarkeit der Körper.

Weil die Geschmeidigkeit der Körper nur zuwege bringet, daß die integralischen Theile derselben, d. i. diejenigen, an denen man einerley Wesen betrachtet, versetzet werden können; so giebt dieselbe eine Erinnerung gegen die vermeinte unendliche Theilbarkeit der Körper in kleinere von ihrer Art an die Hand. Es ist nemlich klar, daß die Geschmeidigkeit der Körper durch die Theilbarkeit der grossen Körper in kleinere von eben der Art möglich wird. Diese Theilbarkeit aber kan nicht unendlich fortgehen, weil sonst die Körper nicht wesentlich unterschieden seyn könten. Denn

wenn z. E. Eisen und Bley dem Wesen nach verschieden seyn sollen: so muß der nächste Grund in grossen Stücken darinnen liegen, daß sie aus kleinern einander ähnlichen, aber von den Theilen des andern Körpers dem Wesen nach unterschiedenen Theilen bestehen. Der wesentliche Unterschied der Körper aber muß darinnen liegen, daß Elemente oder Körpergen darinnen sind, die an sich und einzeln, oder wegen verschiedener Mischung und Verknüpfung, eine andere Kraft haben. Wenn demnach die Theilung der integralischen Theile von ähnlichem Wesen ins unendliche fortgienge; so käme man niemals auf Theile, die eine andere Kraft haben, und mithin würde der wesentliche Unterschied der Körper aufgehoben. Daher wenn gleich das Gold erstaunlich ductil ist § 65; so müssen die kleinsten Gold-Theilgen doch noch aus besondern Elementen oder Körpergen bestehen, welche entweder in dem Bleye nicht sind, oder doch in diesem auf andere Art verknüpft sind § 69, 70.

§ 210.

Drey mögliche Ursachen der Ductilität.

Nach den vorhin erklärten Ursachen des Zusammenhanges der Körper lassen sich drey mögliche Ursachen der Ductilität begreiffen, und man muß daher Achtung geben, welche davon sich bey iedwedem vorkommenden Falle schicken, oder welcher man

man dabey am meisten zuschreiben darf. Die erste ist die **Weichheit und Beweglichkeit der kleinen Theilgen**, vermöge welcher sie geschickt sind, sich, mit Hinzunehmung des Druckes des allgemeinen Aethers, allezeit in eine solche Figur zu legen, welche so viel Berührungspuncte übrig lässet, als zum Zusammenhange erfordert werden. So gehet es ohne Zweifel bey denen hartzigen Materien zu. Die andere Ursache ist eine solche Figur der kleinen Theilgen, welche machet, daß auch **durch ihre Verschiebung die Berührungspuncte nicht merklich vermindert werden.** Z. E. Wenn sie ganz rund, oder länglich rund sind, oder auch in gewissen Fällen wenn sie eckigt sind, z. E. parallelepipeda, aber nur beqvem über einander liegen, etwan wie die Ziegelsteine gemauert werden, damit wenn die Schichten merklich verschoben werden, doch die äussersten Puncte eines ieden obern Theilgens noch mit zwey untern in Berührung bleiben, und keine offene Fuge entstehet, welche die Berührung gänzlich aufhübe. Z. E. Wenn man sich die kleinsten Goldtheilgen rund vorstellet; so bleiben immer gleich viel Berührungspuncte, indem sie auf einander verschoben werden. Hingegen die trockenen und festen Salze sind nicht geschmeidig, weil sie aus unbeqvemen eckigten Theilen bestehen, wie ihre Wirkungen, auch die Crystallisation

Die Weichheit und Beweglichkeit der Theile.

Eine solche Figur, daß bey der Verschiebung die Berührungspuncte nicht merklich vermindert werden.

stallisation derselben, lehren. Weil das Glas aus salzigen und steinartigen Körpern gemacht ist; so ist es auch zerbrechlich. Es beweiset auch schon die Durchsichtigkeit desselben, daß gegen alle Gegenden geradelinichte Hölen, welche die Pori desselben formiren, befindlich sind. Auf diese Hölen treffen die Theile, wenn man sie verschieben will, und kommen daher aus dem Stande der Berührung. Die dritte Ursache ist die **Einstrahlung der Theile des Körpers in einander.** Man stelle sich nemlich Strahlen eines Aethers vor, welcher in den Hölungen der Körper, als in Capsuln, eingeschlossen ist, iedoch aus der einen einige Strahlen in die andere wirft § 186. Oder man stelle sich überhaupt solche Körpergen vor, daraus der grössere Körper zusammengesetzet ist, da immer kleine hervorragende Theilgen aus dem einen in die Oeffnung des andern hineingehen. Man setze, daß die Verbindung der Theile vermittelst dieser kleinen Strahlen oder hervorragenden Theilgen, eine nothwendige Ursache zum Zusammenhange des Körpers gewesen ist, indem der äusserliche Aether, gleich wie auch andere Materien, dadurch abgehalten werden, darzwischen einzudringen und die Berührung der Theile zu verhindern. Gesetzt nun diese Strahlen sind so lang, daß sie auch bey der Dehnung des Körpers noch in die Po-

Die Einstrahlung der Theile in einander.

ros des nächsten Theilgens reichen. Oder wenn auch die, so der äussern Fläche am nächsten sind, so weit nicht reichen, so gedenke man sich, daß die innern in Verbindung bleiben, und die Structur des Körpers so beschaffen ist, daß die Pori offen bleiben, wenn die Strahlen der äussersten Theilgen herausgezogen werden, und daß auch die Strahlen selbst immer einerley Fähigkeit behalten, wieder einzudringen. In beyden Fällen wird der Zusammenhang des Körpers bey einer nicht übermässigen Dehnung nicht getrennet werden. Denn ein ansehnlicher Theil von Puncten wird in Berührung bleiben: und bey einer gehörigen Disposition ist es gar möglich, daß, so bald man den Körper fahren lässet, die strahlenden Theile sich aus eben dem Grunde durch den Druck des allgemeinen Aethers wieder mit einander verbinden, aus welchem sie es vorher thaten. Es ist wahrscheinlich, daß die Biegsamkeit der Metalle, der Zeuge, der Leinwand, des Papieres, hierauf hauptsächlich beruhet. Diese Ursache kan man am vortheilhaftesten brauchen, wenn man den fortdaurenden Zusammenhang grosser Körper aus der Verbindung der kleinen Körpergen herleiten soll, und voraussetzet, daß diese aus eben dieser oder aus den vorigen Ursachen schon biegsam sind. Denn wenn die hervorragenden Theile der einstrahlenden und

Zweyerley Application derselben bey grossen Körpern.

unter einander geflochtenen Theile selbst schon ductil sind; so wird sich die Ductilität der grössern Körper, so weit die Ductilität jener reichet, so gleich verstehen lassen, und wo diese aufhöret, da kömmt man erst auf die in der Figur und Verbindung der Elemente liegenden Gründe der Ductilität. Z. E. Wenn man sagen soll, warum sich die Haut oder ein Seil dehnen lässet; so zeiget sich der nächste Grund davon darinnen, daß diese Körper aus in einander geflochtenen und ductilen Fäden zusammen gesetzet sind, welche den Zusammenhang nicht verlieren können, bis ieder in einer ansehnlichen Weite aus seinem Behältnisse heraus gezogen worden.

§ 211.

Die Geschmeidigkeit setzet eine proportionirte Weichheit und Dichtheit der Materie voraus.

Es wird demnach die Geschmeidigkeit der Körper bey sonst gleichen Umständen durch eine proportionirte Weichheit und Beweglichkeit der Theile und durch die Dichtheit der Materie des Körpers befördert. Ich sage erstlich, es werde zur Ductilität erfordert, daß der Zusammenhang der Theile weder zu stark noch zu schwach ist. Zu stark darf er nicht seyn, weil die Theile bey ihrer Verschiebung einander weichen müssen. Wenn der Zusammenhang gar zu stark ist, so lassen sich die Theile leichter zusammendrücken, oder eher gar trennen, als daß sie nachgeben. Wenn

daher

daher z. E. ein Stab von solcher Art gebogen wird; so werden in der innern Fläche, welche kürzer ist, die Körpergen, daraus er bestehet, zusammen gedrückt, in der äussern aber, welche die längste ist, geben sie nicht nach. Sobald dahero das Bestreben der letztern, damit sie zusammen hangen, überwunden worden; so kommen sie gar aus dem Stande der Berührung, und der Körper zerbricht, weil sich dessen Theile nicht verschieben lassen. Daher lassen sich auch manche Körper, z. E. Pech, welche kalt nicht ductil sind, durchs Feuer ductil machen, weil dasselbe den Zusammenhang ihrer Theile mindert. Eben so kan aber auch im Gegentheil die Geschmeidigkeit durch den allzuschwachen Zusammenhang verhindert werden. Denn wenn man z. E. einen solchen Körper in einen langen Faden ziehen will; so wirket der Zusammenhang nicht so stark, daß sich die Schwere solte überwinden, oder die Theile solten verschieben lassen, wie sich denn deswegen das Wasser nicht wie Speichel oder Siegellac in Fäden ziehen lässet. Ich habe ferner gesagt, daß die Dichtheit der Materie, woraus ein Körper bestehet, bey sonst gleichen Umständen die Geschmeidigkeit befördert. Denn ie mehr der Körper integralische Theile hat, destomehr Verschiebung von Theilen wird hiermit möglich. Daher ist das Gold das ductilste

Metall, weil es das dichteste ist, wie auch die Schwere desselben zeiget.

§. 212.

Warum ein Körper spröder wird, wenn er glüend gewesen und plötzlich abgekühlet worden.

Wenn daher ein glüender Körper plötzlich, z. E. im kalten Wasser, abgekühlet wird; so wird er spröder. Denn die kleinsten Theile desselben werden härter, weil die Kraft, dadurch sie zusammen gedrückt werden, wegen der plötzlichen Erkältung geschwinder wirket. Denn ein Bewegungs-Nisus bricht in eine so viel geschwindere Bewegung aus, ie geschwinder seine Hinderniß weichet. Eine geschwinde Kraft aber vermag mehr, als eine langsam wirkende. Demnach sind die kleinsten Theilgen, wenn sie verschoben werden sollen, nicht geschickt, sich in eine beqveme Lage so zu figuriren, daß eine gnugsame Anzahl Berührungspuncte zum Zusammenhange blieben. Hierzu kömmt noch, daß diese kleinen Theilgen selbst unter einander weniger zusammenhangen, als ausserdem geschehen würde. Denn die äusserste Fläche wird zuerst kalt, und gleichwohl dringet aus den innern Theilen die Materie des Feuers immer noch nach, welche, indem sie mit Gewalt durch die äusserste Fläche durchfähret, die Theile hindert, daß sie in eine so genaue Berührung, wie sonsten, kommen können. Ehe aber diese von innen heraus geschehende Wirkung aufhöret,

ich

ich meine, ehe die innern Theile durch die ausdehnende Kraft, die sie vom Feuer haben, aufhören, sich dem Zusammenziehen der äussersten Fläche zu widersetzen; so sind die auswendigen Theile so weit erkaltet, daß sie durch den allgemeinen Aether einander nicht weiter genähert werden können. Man kan hieraus erklären, warum die bekannten Glastropfen, wenn man ein Stück davon abbricht, mit einem Knalle auf einmal zerspringen. Denn sie werden verfertiget, indem man geschmolzenes Glas in kaltes Wasser fallen lässet. Nun nimmt das Glas, wenn es glüend ist, einen grössern Raum ein, als wenn es erkaltet ist. Folglich treten bey der Erkältung die Theile in einen kleinern Raum zusammen, und zwar die auswendigen eher, als die inwendigen. Jedoch treten die auswendigen nicht so nahe zusammen, als sie ihrer Figur nach an sich darzu geschickt wären, und als geschehen würde, wenn das Glas nach und nach erkaltete. Denn iedes Körpergen wird bey der plötzlichen Erkältung stark zusammen gedrückt, die Körpergen unter einander aber werden durch den inwendigen nachfolgenden Aether gehindert, nahe genug zusammen zu treten: und ehe die inwendigen Theile nachgeben; so sind die auswendigen so erkaltet, daß ihre Bemühung sich weiter zusammen zu ziehen aufgehöret hat. Es kommen also die sämmtlichen

Wie sich daraus das Zerspringen der Glastropfen, und Springe-Kölbchen erklären lässet.

Theile nicht in den genauesten Stand der Berührung, sondern es bleiben Hölen zwischen ihnen. Nun stelle man sich einmal den ganzen Glastropfen als aus in einander steckenden Schalen bestehend, wie eine Zwiebel, vor; oder man zergliedere ihn ferner in lauter übereinander liegende Schichten oder Teller: so befinden sich so wohl alle einzelne Körpergen, als auch alle Schalen und Teller wie in einer Spannung gegen einander. Nemlich sie stehen in dem untersten Grade der Berührung, so daß sie in Bestrebung sind, wenn eine weitere Ausdehnung, Biegung, oder Erschütterung erfolget, aus dem Zusammenhange heraus zu treten. Dieses kan man nun zwar nicht gewahr werden, wenn man z. E. mit den Fingern die Glastropfen drücket. Denn die Körpergen erhalten sich gegen diesen Druck, wie die Steine in einem Schwibbogen, welche durch die aufliegende Last stärker gegen einander gedrückt werden. Wenn man hingegen eine Erschütterung in denen Glastropfen von innen heraus verursachen kan; so wird der Zusammenhang aller proportionirlich gespannten Theilgen zugleich aufhören und zwar um so viel mehr, ie schneller die Erschütterung erfolget. Man bewerkstelligt aber dergleichen, indem ein gnugsamer Theil von der Spitze abgebrochen wird, weil das Glas, ehe es bricht, gebogen und zu-

sammen

sammen gedrückt worden, daher die elästischen Theile desselben gewaltig gegen einander stossen, und beym Zerbrechen darauf zu zittern anfangen. Weil nun in freyer Luft bey dem Auseinanderfahren der Glastheile die Luft ihrem Stosse widerstehet, und daher das Vermögen desselben etwas mindert; so ist auch begreifflich, warum der Glastropfen im Luftleeren Raume mit grösserer Heftigkeit, und in kleinern Stücken, zersprenget wird, als in der Luft, welches Homberg gefunden *. Ein ähnliches Exempel sind die Gläser, welche durchs Hineinwerfen eines kleinen Steingens zerspringen. Es gehet völlig eben so damit zu. Denn diese Gläser werden nicht, wie andere, nach und nach abgekühlet, sondern glüend gleich an die kalte Luft gesetzet, oder gar in kalten Wasser abgekühlet. Daher sind die Theilgen aus dem vorigen Grunde in einer Spannung und unvollkommenen Berührung. Dieser Grund schickt sich am meisten auf den dicken Boden derselben, wie denn auch die Erfahrung lehret, daß nur derselbe zerspringet, und daß das Zerspringen um so viel besser von statten gehet, io dicker er ist. Sind sie hingegen wie andere Gläser ordentlich abgekühlet worden, so zerspringen sie gar nicht. Den Stoß von innen heraus kan man

* Mem. de l'Acad. Roy. de Sc. 1692 p. 269, 275.

man nicht anders erhalten, als daß etwas hineingeworfen oder mit einem Instrumente ein Reiben verursachet wird. Die hineingeworfenen Körpergen wirken nicht so wohl durch ihre Schwere, welche nichts weiter thut, als was das Fallen determinirt, sondern durch ihre Elasticität und durch eine beqveme Application ihres Anstosses, damit die Glastheilgen dadurch in eine Erschütterung gesetzt werden können. Daher thun die Steine, womit man das Glas schneiden kan, die beste Wirkung. Es müssen aber winklichte Stücken seyn, die scharfe Ecken haben. Die kleinen Stückgen leisten die Wirkung besser, als die grossen, weil in diesen ihre eigene Schwere der Oscillation der elastischen Theilgen hinderlich zu seyn scheinet. Von einem Stück Gold oder Bley zerspringen dergleichen Gläser nicht, weil dasselbe biegsam ist und keine merkliche Elasticität hat *.

§ 213.

Von der Flüßigkeit. Was die Flüßigkeit ist.

Die Flüßigkeit ist diejenige Eigenschaft der Körper, vermöge welcher sie aus vielen kleinen und einzeln nicht zu unterscheidenden

* vid. de phialis vitreis ex minimi silicis casu dissilientibus acroasis, Patavii in act. erud. Lips. 1745 mens. Febr. p. 79 & epistolæ duæ physicæ ad March. Scipionem Maffeum datæ a Joanne Ludovico Bianconio, Venetiis, in act. erud. Lips. 1748 mens. Januar. p. 21. Hrn. Hanows Versuche in den Versuchen d. Danziger Gesellsch. 1 Th. p. 534.

den Theilen bestehen, welche Theile in ied-weder Direction durch die blosse Berührung in Zusammenhang treten, und doch dabey keinen andern, als einen sehr geringen, Grad des Zusammenhanges erlangen. Es gehöret demnach auch die Untersuchung von den allgemeinen Ursachen der Flüßigkeit hieher, da wir von dem Zusammenhange der Körper handeln. Die flüßigen Körper sind von sehr verschiedener Art. Sie können, aus gleichartigen oder ungleichartigen Theilen bestehen. Man kan nicht wissen, ob irgendwo ein vollkommen gleichartiges Flüßiges in der Natur vorhanden ist. Das ungleichartige Flüßige ist von unbeschreiblicher Mannigfaltigkeit, theils weil verschiedene flüßige Materien mit einander vermischt seyn können, theils insonderheit, weil alle Arten der festen Materien, wenn sie gnugsam subtil zertheilet sind, in dem Flüßigen schwimmen und mit ihm eine eintzige Masse ausmachen. Z. E. Jede Art von Gewächsen erzeuget ihren besondern Saft, und wie viele Arten von flüßigen Materien werden nicht in den thierischen Körpern zubereitet.

Mannigfaltigkeit des Flüßigen.

Mit dem Flüßigen überhaupt hat man das **Feuchte** oder **Nasse** nicht zu verwirren, welches meines Erachtens eigentlich nur vor das wasserartige Flüßige gehöret, dahingegen aber auch Qveckſilber, Feuer, Luft und ein ieder Aether flüßig ist. Von dem

Wie Flüßig überhaupt von Feucht und Naß unterschieden.

Ob die Flüs-

dem Wasser lehret die Erfahrung, daß in einem Tropfen, der ungefehr einer Erbse gleich ist, die Schwere den Zusammenhang überwindet. Doch kan man die Flüßigkeit überhaupt dadurch nicht definiren, einmahl weil das Verhältniß in andern flüßigen und schweren Materien anders befunden wird, vornehmlich aber, weil man hiermit ohne Grund zum Voraus annähme, daß alle flüßige Materien schwer wären.

(Margin: Flüßigkeit durch das Verhältniß der Schwere gegen die Cohäsion bestimmet werden kan.)

§ 214.

(Margin: Die Theile eines Flüßigen sind sehr leicht unter einander beweglich.)

Man verstehet sogleich aus dem Begriffe der Flüßigkeit, daß es allem Flüßigen gemein seyn muß, daß die Theile desselben sehr leicht unter einander beweglich seyn müssen. Von den schweren flüßigen Materien aber läßet sich mit Hinzunehmung des Begriffes der Schwere noch folgendes erkennen. Erstlich müssen sie die Figur des Gefässes, darinnen sie sich befinden, annehmen, und oben eine horizontale Fläche machen. Denn so lange sie in ungleicher Horizontalhöhe stünden, müßten die höhern Theile auf die niedrigern drücken. Da nun diese beweglich sind; so werden sie gegen die Seiten des Gefässes so lange ausweichen, bis sie die Figur desselben annehmen, und oben eine horizontale Fläche des Flüßigen entstehet. Jedoch wird das letztere durch die Ursachen des Zusammenhanges so fern eingeschränkt, daß

(Margin: Ein schweres Flüßiges nimmt die Figur des Gefässes an, und machet oben eine horizontale Fläche.)

(Margin: Doch wird die Fläche etwas hohl,)

daß, wenn das Flüßige mit dem Gefässe zusammenhänget, es an den Wänden ein wenig hinauf steiget, und also die Fläche einiger maßen hohl wird; gleichwie es hingegen an den Wänden niedriger stehet, und die Fläche einigermaßen convex wird, wenn das Flüßige mit dem Gefässe nicht zusammen zu hangen geschickt ist. Denn da der Zusammenhang der Körper von dem Druck eines Aethers herkömmt §. 195; so werden die Theile des Flüßigen an den Wänden, damit sie zusammenhängen, stärker gegen dieselben angedrücket, als sie gegen die umstehenden Theile des Flüßigen selbst gedruckt werden. Sie könnten sich sonst, wenn diese weichen, nicht von ihnen absondern und an den Wänden hängen bleiben. Folglich können die mit den Wänden zusammenhangenden Theilgen nicht mehr gegen die Nebentheilgen drücken. Eben dieses widerfähret zum Theil auch einer Menge der nächstfolgenden Theilgen, weil sie selbst mit den erstern zusammenhängen. Gleichwohl drücket das mehr entfernte Flüßige, z. E. Wasser, vermöge der Schwere und Beweglichkeit seine Theile gegen alle Seiten und das Vermögen dieses Druckes richtet sich nach der Perpendicularhöhe der drückenden Wassersäulen von gleicher Grösse. Weil nun das Wasser, das an den Wänden hanget, gar nicht, und das nächstfolgende nicht mit seiner

wenn das Flüßige mit den Wänden zusammenhängt, und widrigenfalls etwas convex.

ganzen

ganzen Kraft dargegen drücken kan, und doch die Theile desselben leicht beweglich sind: so wird das Wasser, welches zunächst an den Wänden ist, etwas daran in die Höhe gedrückt, nemlich so hoch, bis die Schwere des aufgestiegenen Wassers den Zusammenhang überwieget § 178. Demnach wird die Oberfläche des stehenden Wassers so weit einiger massen hohl werden. Hanget hingegen das Flüßige z. E. Qvecksilber in einem Glase mit dem Gefässe nicht zusammen; so erfolget in allen das Gegentheil. Denn die Theile des Flüßigen werden durch den Aether stärker an einander angedrücket, als sie gegen die Wand des Gefässes gedrücket werden können. Folglich da in der obersten Fläche nichts mehr drüber liegt, welches hinlänglich wäre sie gegen die Wände des Gefässes hinzudrücken; so kommen die äussersten Theilgen nicht ganz an die Wände an. Doch kan auch keine scharfe Ecke entstehen. Denn das Theilgen, welches in die scharfe Ecke zu stehen käme, leidet, wenn es daselbst bleibet, mehr Druck, als wenn es weiter hineinweicht § 189. Es weichet also wirklich weiter hinein, wodurch denn eine Oberfläche entstehet, welche einigermaßen convex ist. Die Höhe dieser Convexität muß ebenfalls der Grösse der Stücke proportional seyn, in welchen die Schwere das Bestreben zusammen zu hängen

gen überwindet. Ferner erhellet aus dem Begriffe eines schweren Flüßigen, daß wenn ein Gefässe damit bis über den Rand gefüllet wird, es doch nicht eher überlauffen kan, bis die Höhe über den Rand so viel austrägt, als der Diameter eines Tropfens, in welchem die Schwere den Zusammenhang überwindet.

Wenn das Flüßige überläufft.

§ 215.

Die Gesetze der Bewegung der flüßigen Körper sind, so weit es in gegenwärtigem Werke meine Absicht leidet, schon § 171 rc. abgehandelt worden. Jetzo aber ist nöthig, den allgemeinen Ursachen der Flüßigkeit weiter nachzudencken. Die erste Frage ist, warum die flüßigen Materien von einerley Art durch die blosse Berührung iedesmal in Zusammenhang treten? Hierzu sind drey Ursachen möglich. Die erste lieget in der Figur, wenn dieselbe so beschaffen ist, daß sie beständig gegen alle Gegenden so viel Berührungspuncte zulässet, als nach Beschaffenheit dieser Art von Körpern zu einem merklichen Zusammenhange zureichend sind. Weil diese Eigenschaft an den sphärischen oder sphäroidischen Körpern angetroffen wird, so eignet man diese Figur den Theilgen des Flüßigen mit Grunde zu, und sie muß wenigstens einer gnugsamen Menge derselben zukommen. Eben

Von den Ursachen der Flüßigkeit.

Warum die Theile des Flüßigen durch blosse Berührung in Zusammenhang treten.

Die Ursache kan in der Figur liegen.

dieses wird noch weiter dadurch bestätiget, daß, so weit man die Sachen durch die Vergrösserungsgläser sinnlich machen kan, z. E. an Qveckſilber, Dünsten, Blut, Oel, Milch u. s. w. an den flüßigen Theilen eine runde Figur wahrgenommen wird. Die andere Ursache kan darinnen liegen, daß in den Theilen des Flüßigen, als in Capsuln, ein Aether eingeschlossen ist, welcher aber hin und wieder kleine Strahlen herauswirft § 186, und daß die Pori dieser Behältnisse so beschaffen sind, daß sie sich nicht schliessen, sondern offen bleiben, daher der Aether bey iedweder Berührung wiederum sogleich einstrahlen kan. Diese Ursache findet sehr wahrscheinlich bey dem Oele statt. Beyde Ursachen können auch zusammen kommen. Es kan nemlich der Kern der Körpergen sphärisch oder sphäroidisch seyn, und doch können hin und wieder kleine ätherische Strahlen hervorragen. Die dritte Ursache und welche wegen der allgemeinsten flüßigen Materie in der Welt sonderlich gemerket werden muß, kan darinnen bestehen, daß die Theilgen, ihre Berührungsfläche ungerechnet, so bald sie einander berühren, aus Noth beysammen bleiben müssen, weil kein Raum da ist, wo sie sich ohne allzustarken Widerstand hinbewegen könnten. Aus diesem Grunde machet der

Ferner in einem eingeschlossenen und also herausstrahlenden Aether, daß die Pori seiner Behältnisse offen bleiben.

Verbindung beyder Ursachen.

Die dritte Ursache ist, wenn die Theilgen aus Noth beysammen bleiben.

der Aether selbst ein zusammenhangendes flüßiges Gantzes.

§ 216.

Es folget nun ferner die Frage, warum die Theile des Flüßigen doch allezeit nur einen schwachen Zusammenhang bekommen. Um dieselbe gründlich zu entscheiden, muß man mit Unterschiede antworten. Der allgemeine Aether, welcher die Ursache vom Zusammenhange ist, ist selbst flüßig, und die Körper können ohne merklichen Widerstand desselben dadurch hinbeweget werden, obgleich seine Theile in Berührung seyn müssen. Es kömmt aber dieses daher, weil, so oft man einen Körper hindurch beweget, derselbe auf den zweyen entgegen gesetzten Seiten vom Aether zugleich gedrucket wird. Es hebet also der Druck und Gegendruck, weil er einander gantz oder beynahe gleich ist, einander selbst auf. Mithin darf auf der einen Seite nur noch eine schwache Bewegungskraft hinzukommen, so wird der Körper wirklich bewegt werden, und man wird keinen Widerstand des Aethers merken können. Weil der Aether, welcher den Zusammenhang verursachet, nicht schwer ist, wie weiter unten erhellen wird; so darf man, wenn man ihn aus seinem Orte vertreibet, nicht mehr als seine Inertiam metaphysicam über-

Warum die Theile des Flüßigen nur einen schwachen Zusammenhang bekommen. Beantwortung der Frage in Absicht auf die Flüßigkeit des Aethers selbst.

Warum die Körper durch den Aether ohne merklichen Widerstand hindurch bewegt werden können.

überwinden, welche nicht zu rechnen ist § 86. Ein anderes aber ist es, wenn man einen festen Körper von einander reissen will, da man den Druck des Aethers vor sich überwinden muß, und der Gegendruck auf der entgegen stehenden Seite nichts darzu helfen kan. Was aber diejenigen flüßigen Materien anlanget, deren Zusammenhang selbst von dem Drucke des Aethers entspringet; so lassen sich von der Schwäche ihres Zusammenhanges zwey Ursachen begreiffen. Erstlich berühren sie einander vielleicht nur in wenig Puncten, weil es ihre Figur nicht anders leidet. Es bleiben demnach Hölen zwischen ihren Theilen, in welche selbst Aether eindringet, welcher seiner Elasticität wegen in Bestrebung ist, sie aus einander zu treiben. Es können auch die Theile selbst so porös seyn, daß der Aether hineindringet, und von innen herauswirket, so daß der Druck des Aethers von aussen, gegen den Rückdruck von innen, ein schwaches Verhältniß hat, daher der Zusammenhang geringe werden muß. Ferner ist die Beschaffenheit der flüßigen Materien selbst in Erwägung zu ziehen. Es kan seyn, daß sie selbst elastisch sind, und einander von sich stossen, und daher auch dem Drucke des äusserlichen Aethers stark widerstehen, so, daß diesem nur ein geringer Ueberschuß übrig bleibet § 198. Ich zweifele nicht, daß in der

Beantwortung der Frage in Absicht auf das Flüßige, welches vermittelst des Aethers zusammenhängt.

Es kan an den wenigen Berührungspuncten liegen,

und auch an der Elasticität der Theilgen.

Natur beyde Ursachen beständig verbunden sind, wie bey der genauern Betrachtung verschiedener Materien im andern Theile klärer werden wird. Daß übrigens einige das Wesen der Flüßigkeit so gleich darinnen setzen, daß alle Theile des Flüßigen in einer beständigen äusserlichen Bewegung unter einander wären, ohne Zweifel damit sie nicht vor eine Ursache ihrer Beweglichkeit sorgen dürfen, ist unerweislich und häufet die Schwierigkeiten. Es ist erstlich unerweislich. Denn die Erfahrung lehret dergleichen nicht, und zur Erklärung der Umstände bedarf man einer solchen Erdichtung nicht, ob es wohl aus andern Gründen seine Richtigkeit hat, daß die Theile des Flüßigen wegen der beständig abwechselnden Wärme, und des verschiedenen Druckes der Atmosphäre in einer beständigen unmerklichen Oscillation sind, und sich auch von selbst verstehet, daß das Flüßige auf iedem Weltkörper die Bewegung des Weltkörpers selbst mit ihm gemein hat, welches aber zur Erklärung der Flüßigkeit nichts beyträgt. Ferner wenn man auch in den flüßigen Materien eine beständige Bewegung ihrer Theile durch einander hin als eine Hypothese annehmen wolte; so frage ich, woher will man die Ursache zu dieser beständigen Bewegung selbst holen, welche gar viel zu sagen hat, weil sie gegen alle Gegenden be-

Ob die Flüßigkeit ihren Grund in einer beständigen Bewegung der Theile unter einander hat.

ständig geschehen müßte, und doch iede Bewegung und auch iede Veränderung der Direction ihren zureichenden Grund haben muß § 82? Und was gewinnet man auch dadurch, weil ja die Beweglichkeit der Theile, welche zur Möglichkeit einer solchen Bewegung schon vorausgesetzet wird, noch immer unerklärt bliebe? Eben so ungegründet ist es, daß sich einige vorstellen, die Theile des Flüßigen berührten sich niemals, sondern blieben allezeit beständig in einer Entfernung von einander, welches unauflösliche Schwierigkeiten macht, und worzu gleichwohl die Erfahrung bey gar vielen Flüßigen keinen Vermuthungsgrund an die Hand giebt.

Ob die Theile des Flüßigen einander nicht berühren.

§ 217.

Eintheilung der Flüßigkeit in die unmittelbare und mittelbare.

Die erklärten Ursachen der Flüßigkeit machen uns zuerst den Unterschied begreiflich, welchen auch die Erfahrung lehret, daß die flüßigen Körper entweder unmittelbar oder mittelbar flüßig seyn können. Es kömmt nemlich darauf an, ob die Bedingungen der Flüßigkeit an den betrachteten Theilen, davon man eine Masse benennet, vor sich selbst, oder allererst vermittelst einer andern damit verbundenen Materie, statt finden. Ein Körper ist unmittelbar flüßig, wenn die Beschaffenheit seiner homogenen Theile an sich selbst eine Flüßigkeit zu verursachen geschickt ist.

Z. E.

Z. E. So ist die Luft und der Aether flüssig. Er ist hingegen mittelbar flüßig, wenn seine Flüßigkeit von einer andern flüßigen Materie, welche sich zwischen seinen Theilen befindet, herrühret. Uebrigens kan die flüßige Materie selbst, welche durch ihre Verbindung mit einem andern an sich nicht flüßigen Körper eine flüßige Masse ausmachet, vor sich eine unmittelbare, oder noch ferner eine mittelbare, Flüßigkeit haben. Z. E. Das Wasser ist allererst vermittelst der Wärme flüßig, weil es in der Kälte gefrieret. Das Salz, die Erde und andere Körper aber können mit dem Wasser eine flüßige Masse ausmachen, wenn ihre Theilgen so subtil getheilet sind, daß sie darinnen schwimmen. Denn ob dieselben an sich gleich weder die Glätte noch Geschicklichkeit zu gleich vielen Berührungspuncten gegen alle Gegenden haben, welche zur Flüßigkeit sonst erfordert wird; so können sie doch mit der Masse, darunter sie gemischet sind, beqvem zusammenhangen, und wegen der Beweglichkeit derselben sind sie selbst hin und her beweglich. Daher leidet auch die mittelbare Flüßigkeit einer Masse unzehlige Grade. Die mittelbare Flüßigkeit, welche vermittelst des Aethers erhalten wird, verdienet eine besondere Aufmerksamkeit. Es verursachet sie aber der Aether entweder also, daß er vermittelst

Die Materie, welche die mittelbare Flüßigkeit verursachet, kan selbst eine unmittelbare oder mittelbare Flüßigkeit haben.

Verschiedene Arten der mittelbaren Flüßigkeit, welche der Aether verursachet.

telst seiner eigenen Bewegung die Theilgen eines andern Körpers immer über und neben einander herum stösset, dabey aber diese aus Noth wegen ihrer Schwere, und weil sie in die Wände eines Gefässes eingeschlossen sind, oder sonst einer äusserlichen Gewalt wegen, noch ein zusammenhangendes Ganzes ausmachen, da sie sonst aus einander fahren würden. So verhält es sich mit der Flüßigkeit der geschmolzenen Metalle. Oder er wirket also, daß, wenn er sich nun in einer solchen Menge, wie zur Flüßigkeit erfordert wird, eingedrungen hat, er nun deswegen nicht wieder herausgehet, weil ausserhalb des Körpers eben so viel oder noch mehr Aether vorhanden ist, daher die Theile des Körpers, auch wenn sie sämmtlich in Ruhe kommen, doch die nöthigen Bedingungen ihrer Flüßigkeit behalten, und theils wegen des darzwischen liegenden Aethers einander nicht in vielen Puncten berühren, theils mit leichter Mühe über einander hingeschoben werden können. Wenn denen Materien, welche vermittelst des Aethers eine Flüßigkeit haben, derselbe, so weit er zur Flüßigkeit nöthig war, entgehet; so werden sie demnach feste. Es kömmt aber viel darauf an, in was vor Lage und Zustande der Aether in dem Körper vorhanden gewesen, ob er sich nur zwischen den Theilgen also befunden, daß diese darauf

Veränderungen, welche in aufthauenden Materien davon abhangen, daß der Aether

auf schwimmen, oder ob er ganz oder grossen Theils in solche Capsuln eingeschlossen war, aus welchen er herausstrahlen, und dadurch die Flüßigkeit befördern konte. Denn deswegen können die Körper, wenn ihnen der Aether entgehet, ihrem Wesen nach eine grosse Veränderung leiden. Es kömmt ferner darauf an, wie dauerhaft die Capsuln sind, daß der Aether, wenn von aussen das Gleichgewichte verändert wird, sie durchbrechen kan, oder nicht. Denn darauf wird es ankommen, ob er herausgehen, und also der Körper gefrieren oder sonst fest werden kan. Z. E. Es ist bekannt, daß manche flüßige Körper, darinnen sich Aether befindet, leicht gefrieren, als das Wasser; andere gefrieren schwerlich oder geliefern nur, als das Oel; andere gefrieren gar nicht, als die starken Spiritus. Das Wasser bekömmt sein Wesen wieder, so bald es aufthauet, der Wein aber nicht. Man siehet daraus, daß bey dem letztern eine gewisse Verschliessung des Aethers in andere Materie zu seinem Wesen gehöret. Bey dem Baumöle müssen die Behältnisse des Aethers so stark seyn, daß er sie in der Kälte nicht zerreissen kan. Doch strahlet er aus einem in das andere noch ein. Eine Menge davon aber befindet sich zwischen den Theilen desselben frey, auf die Art, wie in dem Wasser, welcher bey dem Geliefern her-

zuvor in Capsuln verschlossen gewesen, oder nicht.

herausgehet. Eine genauere Untersuchung, wie es mit dem Gefrieren zugehet, wird weiter unten folgen.

§ 218.

Warum bey gewissen Umständen aus flüßigen Körpern feste werden, und umgekehrt.

Weil sich die Figur der Theile der Körper verändern lässet, wodurch sie zum Zusammenhängen, ingleichen zum Schwimmen in flüßigen Materien, geschickter oder ungeschickter werden können; weil ferner, so oft dergleichen Veränderung vorgehet, auch von den allgemeinsten Materien, welche uns allenthalben umgeben, einige hineindringen, oder auch andere, die in dem Körper zuvor eingesperret waren, herausgehen können: so lässet sich hieraus mit Hinzunehmung der erklärten Ursachen der Flüßigkeit einsehen, wie es möglich ist, daß **bey gewissen Umständen aus flüßigen Körpern feste, und aus festen flüßige gemacht werden können**, auch eine geringere Flüßigkeit in eine vollkommenere, oder eine vollkommenere in eine geringere, verwandelt werden kan. Nemlich die allgemeinen Ursachen liegen in der Veränderung der Theile des Körpers, und in denen Materien, die von aussen hineindringen, oder von innen herausgehen, und den Zusammenhang und die Beweglichkeit der Theile befördern oder hindern können. Wie aber und wodurch solches in iedem einzelnen Falle insonderheit geschiehet, muß aus

aus den Umständen geurtheilet werden. Z. E. Das Weisse im Eye wird bey dem Brüten, da es sonst zach ist, immer flüßiger, weil die Gallertenartigen Theile desselben durch die gemäßigte Wärme immer zarter getheilet und in ihre wesentlich unterschiedenen Theile aufgelöset werden, damit sie zur Auswickelung und zum Wachsthum der Frucht angewandt werden können. Wenn das Oel beym Destilliren immer subtiler wird; so kömmt es daher, daß es die gröbern Theile absetzet. Bey andern Verwandelungen der festen Körper in flüßige * kömmt zu der gnugsamen Verkleinerung der Theile hinzu, daß sie durch die eindringende Materie der Wärme flüßig werden. Das Wasser, welches sich in den meisten Körpern häufig befindet, vor sich selbst aber kein flüßiger Körper ist, sondern es erst wird, wenn ein gehöriger Grad Wärme hinzukömmt, scheinet bey vielen sonderlich grossen Antheil zu haben. Nemlich die Wassertheilgen, so lange sie einzeln und mit andern festen Theilen verknüpft waren, konten nicht gemerkt werden, auch den Körper nicht flüßig machen. Nachdem aber die kleinen Theilgen des Körpers wohl von einander gesondert worden; so werden sie ihm nun vermittelst der hinzukommenden Materie der Wärme eine mittelbare Flüßigkeit verschaffen helfen.

So

* Muschenbroek elem. Phys. § 579.

So werden es auch gewisser massen dlichte Theilgen nach ihrer Absonderung thun. Gleichergestalt wenn aus flüßigen Körpern feste werden; so geschiehet es dadurch, daß in einer Masse, welche eine mittelbare Flüßigkeit hatte, denen an sich festen Theilen das Mittel der Absönderung entgehet, wodurch sie eine flüßige Masse ausmachen könten. Dieses geschiehet bisweilen dadurch, daß dasselbe ausdünstet und davon flieget. Manchmal kommt das meiste darauf an, daß die Theilgen, welche darinnen schwimmen, und welche sich zuvor mit ihres gleichen nicht zu vereinigen geschickt waren, sich nun zusammen hängen, nachdem durch Wärme und heftige Bewegung die Figur derselben verändert und sie stark genug gegen einander gestossen worden. Noch mehr kan ihr Zusammenhängen befördert werden, wenn sie mit andern beqvemen Materien versetzet werden, nemlich wenn mehrere flüßige Körper, welche mancherley Theilgen in sich halten, zusammen kommen, oder auch wenn in ein flüßiges andere feste Körper hinzugethan werden, deren Theilgen sich nun durch eine solche Zusammensetzung unter einander vereinigen, daß das vorige Mittel der Flüßigkeit nicht weiter hinlänglich ist, sie flüßig zu erhalten, daher sie wie Gallerte oder Butter, oder gar fest werden. Diese sämmtlichen Ursachen sind an einigen Körpern bey nahe

sinnlich.

sinnlich. Wer wird zweifeln, wenn in den thierischen Körpern die flüßige klebrichte Materie endlich zu einem festen Körper wird, oder wenn das zuerst flüßige oder klebrichte Gespinste der Spinnen oder Raupen in der Luft zu einem festen Faden wird, daß solches auf eben die Art zugehet, wie wir sehen, daß der trocknende Schlamm fest wird, nemlich also, daß das Mittel der Flüßigkeit ausdünstet? Wir können daher nicht zweifeln, daß es auch in vielen andern Fällen, wo die Sache nicht so sinnlich ist, nicht anders zugehet. Z. E. ein gewisses Oel, welches aus Kalck zubereitet wird, vermischet mit oleo Tartari per deliquium, wird zu einer festen Masse wie Wachs. Es coagulirt sich Alcohol oder sehr rectificirter Weingeist mit dem Spiritu vom faulenden Urin, ingleichen das Weisse im Eye mit spiritu salis, das Blut mit Aqvavit u. s. w. *. Daß es hier an der Vereinigung der festen Theilgen lieget, die in dem Flüßigen schwimmen, erhellet augenscheinlich daraus, daß der Spiritus Nitri mit dem Oleo Nitri per deliquium wiederum einen von neuen erzeugten Salpeter giebt. Daher kan auch einerley Hülfsmittel in verschiedenen Graden seiner Wirksamkeit eine flüßige Masse bald noch flüßiger

* Nolet physf. experim. T. II pag 471. Muschenbroek elem. phys. § 580.

ger, bald aber fest machen. Z. E. Das Weisse im Eye wird von gemäßigter Wärme flüßiger, und vom Sieden coagulirt *. Denn es ja möglich, daß durch ein gemäßigtes Eindringen der Wärme die Körpergen weiter aufgelöset, iedoch noch keine weggetrieben, sie auch nicht allzuheftig gegen einander gestossen werden. Die Masse bleibt also flüßig, ob sie wohl andere Qvalitäten annehmen kan, wie denn das Eyweiß beym Brüten stinkend wird. Hingegen eine heftigere Bewegung kan theils gewisse zur Flüßigkeit erforderte Theile forttreiben, theils stösset sie die zurückbleibenden so heftig gegen einander, daß diese, wenn sie sich unter dieser Bedingung zum Zusammenhange schicken, so an einander hängen bleiben, wie die Bleykugel am Steine, gegen welchen sie geschossen wird.

§ 219.

Von der Weichheit und Härte der Körper.

Ein Körper wird weich genennet, wiefern er leichte nachgiebt, iedoch ohne daß seine Theile den Zusammenhang verlieren.

Ursachen der Weichheit der Körper.

Die Ursache davon liegt demnach entweder in der Flüßigkeit, wenigstens in einer angefangenen Flüßigkeit, oder in einer Geschmeidigkeit oder Biegsamkeit, welche mit einem geringen Grade der Widerstehungskraft verbunden ist § 210, 211. Auf die letztere Art sind die Betten weich, und ver-

* Boerhaave Chem. T. I p. 348, T. II p. 297.

verschaffen uns dadurch den Nutzen, daß die Theile unsers Leibes, indem wir darauf liegen, ihre Figur nicht so verändern dürfen, daß Beschwerlichkeit entstehet, welches wegen der Schwere desselben geschehen muß, wenn wir auf hartem Lager liegen. Ein Körper heisset deswegen hart, wiefern er nicht leichte nachgiebt, welches wir nach unserer Empfindung beurtheilen. Er würde **vollkommen** oder im höchsten Grade **hart** seyn, wenn sich seine Figur durch gar keine endliche Kraft verändern liesse. Man eignet ihm aber diesen Nahmen zu, wiefern man weiß, oder annimmt, daß sich seine Figur durch keine uns bekannte Kraft merklich verändern lässet. Wenn man daher erkennen will, wenn ein Körper hart wird; so muß man die beyden Ursachen der Weichheit vor Augen haben. Wenn die Weichheit der Körper von einer mittelbaren Flüßigkeit herkömmt, so werden die Körper hart; wenn ihnen die Ursache der Flüßigkeit entgehet, sie sey nun Wärme oder Wasser, oder eine andere. Hätte sie aber ihren Grund in einer Ductilität, welche mit einer geringen Widerstehungskraft verbunden war; so werden die Körper härter, wenn entweder die physikalischen Ursachen der Ductilität vermindert werden § 210, oder indem man die Möglichkeit auszuweichen äusserlich und mechanisch verhindert.

Welche Körper hart und vollkommen hart heissen.

Wodurch die Körper hart werden.

dert. Das letztere geschiehet, indem man derselben zu viel in einem engen Raume verbindet, so, daß iedesmal eine ganze Menge zugleich beweget werden muß, z. E. wenn ein Zeug dicke gewebet wird; oder indem man sie in eine solche Lage stellet, daß sie wegen der umher befindlichen Körper nicht ausweichen können. Ein harter Körper kan deswegen weich werden, wenn er flüßig wird, oder wenn seine Theile fähig sind geschmeidig zu werden, und sich in genugsamen Raume ohne mechanische Hindernisse befinden.

Wodurch harte Körper weich werden.

§ 220.

Ob ein vollkommen harter und ein vollkommen elastischer Körper einerley ist.

Wegen des Begriffes der Härte muß ich noch zweyerley erinnern. Einige nehmen einen vollkommen harten Körper, und einen vollkommen elastischen vor einerley, und die vollkommene Elasticität heißt bey ihnen so viel, als eine solche, bey welcher eine iede endliche Kraft nur eine unendlich kleine Eindrückung verursachen kan. Nun ist zwar wahr, daß die harten Körper elastisch sind. Allein die Begriffe der Härte und Elasticität sind dennoch nicht einerley. Jede Eigenschaft hat auch ihre besondern physikalischen Ursachen. Man hat auch, wenn man nützliche Begriffe suchet, Grund, den Begriff der vollkommenen Elasticität anders zu bestimmen. Es wird aber im folgenden davon

gehan=

gehandelt werden. Ferner ist es eine Verwirrung, wenn einige die Härte und Untheilbarkeit überhaupt vor einerley halten, und sie daher auch an den Elementen vor gleichgültige Begriffe ansehen, daraus ohne Zweifel die Gassendischen Elemente § 69 erwachsen sind. Eine Substanz ist theilbar, wiefern sie aus mehrern, durch die Natur selbst unterschiedenen und getheilten Substanzen bestehet, welche daher durch eine proportionirte Kraft von einander gesondert werden können. Eine iede andere Theilung ist keine physikalische, sondern ein blosses Ding in Gedanken, und darüber man den Begriff der physikalischen Theilung, und die Möglichkeit in natürlichen Untersuchungen fortzukommen, verlieret, wenn man sie an die Stelle der physikalischen Theilung unterschieben will § 9, 66. Hingegen ist eine materiale Substanz nur hart, wie fern sich ihre Figur nicht ohne grossen Widerstand verändern lässet. Wenn man dieses auf die Elemente appliciret; so hat man deswegen keinen Grund zu sagen, daß die Theile, welche bey Veränderung ihrer Figur verschoben werden, reale und trennbare Theile sind § 69, weil sie vielmehr alle zusammen eine von der Natur bestimmte erste Einheit ausmachen, die Substanz mag eine Figur annehmen, was vor eine sie will. Es ist daher den Elementen, als Elementen,

Ob die Härte und Untheilbarkeit einerley ist, besonders bey den Elementen.

Ob die Elemente hart seyn müssen.

gleichgültig, sie mögen weich oder hart seyn, d. i. ihre Figur mag sich leicht, oder schwerlich, oder auch gar nicht verändern lassen. Es erfordern aber die Erscheinungen an den Körpern beyderley Arten von Elementen, so wohl harte, als weiche, anzunehmen § 70. Daher ist es auch eine vergebliche Bemühung, mit einer Allgemeinheit einen Ausspruch thun zu wollen, ob die Natur vom Weichen zu dem Harten fortgehe, oder umgekehrt. Denn es verhält sich solches in einem Falle anders, als in dem andern. Die kleinen Theile der flüßigen Körper sind gar oft hart, z. E. im Wasser. Von allen aber, z. E. auch von der Luft und allen Arten des Aethers, muß man es nicht behaupten.

Ob die Natur von dem Weichen zu dem Harten fortgehet, oder umgekehrt.

Deswegen ist es auch unzulänglich, wenn einige zur Flüßigkeit der ersten Materie nichts weiter erfordern, als daß ihre Theile nur keinen Zusammenhang haben sollen, und noch darzu annehmen, daß alles voll, und kein zerstreuter leerer Raum ist. Denn wenn alles von Materie voll ist, und es auch nicht Elemente von verschiedenen Arten der Biegsamkeit und Widerstehungskraft giebt; so wird die ganze Welt ein Aggregat unbeweglicher, oder höchst schwerlich zu bewegender Dinge, nirgends aber wird ein Flüßiges seyn § 77.

Ob zur Flüßigkeit der ersten Materie genug ist, daß ihre Theile nicht zusammen hangen.

§ 221.

§ 221.

Welche Körper sich spalten oder reiben lassen.

Wenn in einem Körper sich ganze in gerader Linie fortgehende Reyhen befinden, deren Theile unter sich nach den obigen Gründen stärker zusammenhängen, als die Reyhen selbst unter einander; so lässet sich derselbe spalten. Hingegen wenn ein grösserer Körper aus solchen kleinen zusammen gesetzt ist, welche von verschiedener Figur und Lage sind, und da doch in iedwedem die Theilgen desselben unter einander fester zusammen hangen, als ihre Ganzen an einander verbunden sind; so lässet er sich zerreiben. Beym Spalten lässet sich dahero leicht begreiffen, warum der Körper weiter hin getheilet wird, als das spaltende Instrument eindringet. Nemlich die Kraft, mit welcher z. E. der Keil ins Holtz nach der Länge der Fibern eingetrieben wird, ist gnugsam, den Zusammenhang der Holzfibern in einer viel längern Linie zu überwinden, als die Länge des eindringenden Keiles beträgt. So weit begeben sich also die Holzlagen aus einander, weil ihre Trennung leichter geschehen kan, als die Verschiebung der kleinern Theile, daraus sie selbst bestehen.

Warum die Körper weiter spalten, als das spaltende Instrument eindringt.

§ 222.

Von dem Reiben der Körper an einander.

Aus denen bisher erklärten Ursachen des Zusammenhanges der Körper lässet sich auch so wohl das Reiben derselben an ein-

ander begreiffen, als auch beurtheilen, was von der versuchten Rechnung der Grösse desselben zu halten ist. Das Reiben ist der Widerstand, welchen ein zu bewegender Körper an der Fläche des andern, daran er hinbewegt werden soll, wegen der Ungleichheit der Flächen beyder, und wegen des Druckes findet, mit welchem die Flächen gegen einander wirken. Es ist nemlich zu wissen, daß die Flächen der natürlichen Körper niemals ganz eben sind, sondern noch immer hervorragende Theile und Vertiefungen haben, welche die Vergrösserungs-Gläser näher entdecken. Diese Ungleichheiten sind durch keine Kunst, auch nicht durch das genaueste Poliren, gänzlich zu vermeiden. Sie hindern aber die Bewegung gewaltig, indem die hervorragenden Theile des einen Körpers in die Vertiefungen des andern treffen, daher die Bewegung des einen an dem andern hin nicht anders geschehen kan, als daß die hervorragenden Theile gebogen oder gar abgestossen werden, oder daß die Theilgen des zu bewegenden Körpers über dieselben hingehoben werden, welches alles seine besondere Kraft brauchet. Hierdurch werden oft die Bewegungen, die wir gern befördern wolten, unmöglich oder schwer gemacht. Ingleichen werden die Instrumente und Maschinen, die man darzu brauchet, dadurch unbrauchbar gemacht

Beschwerlichkeit und Nutzen des Reibens.

und

und verzehret. In andern Fällen aber kömmt uns auch das Reiben sehr zu statten, die Bewegung beqvem aufzuhalten, wie man denn z. E. auf einem allzuglatten Boden nicht sicher gehet, und die Wagen-Räder auf steilen Flächen mit grossem Nutzen eingehängt werden. Das Reiben selbst geschiehet auf zweyerley Art, entweder also, daß der geriebene Körper gegen die Fläche, an welche er gerieben wird, beständig einerley Theile kehret, z. E. wenn ein Bret oder metallene Platte auf einer andern hingeschoben wird, oder also, daß sich der zu bewegende Körper selbst drehet, wie z. E. ein Rad oder Walze, und deswegen gegen die Fläche, an welche er sich reibet, immer andere Theile kehret.

Zweyerley Arten des Reibens.

§ 223.

Wenn man nun den **Gründen des Reibens** genauer nachsinnet; so findet man derselben zweyerley. Die eine Art liegt in der **Beschaffenheit der Körper und ihrer Flächen selbst**, nehmlich es kömmt darauf an, ob die Flächen sehr uneben sind, und was vor Figur die hervorragenden Theile haben, vermöge welcher sie mehr oder weniger tief in einander eingreiffen, und bald leichter bald schwerlicher über das unebene gehoben werden können, ingleichen, wie fest und unbeweglich die hervorragenden Theile sind, und ob sie leicht abgestossen, oder gebogen

Ursachen des Reibens, welche in der Beschaffenheit der Körper und ihrer Flächen, oder in der Grösse der drückenden Kraft liegen.

werden können. Diesen Ursachen auszuweichen, bestreichet man deswegen die Flächen mit wässerigen oder fettigen Materien, welche theils das unebene ausfüllen, theils aber durch die kugelichte Figur ihrer kleinsten Theilgen die Stelle einer Waltze vertreten, auf welcher die Körper beqvemer auf einander verschoben werden. Was daher diese Ungleichheiten vermehret, das wird auch bey sonst gleichen Umständen das Reiben grösser machen. Die andere Ursache liegt in der Grösse der drückenden Kraft. Denn es ist augenscheinlich, daß das Reiben so viel grösser werden muß, ie mehr die hervorragenden Theile des einen Körpers in die Vertiefungen des andern eingedrückt werden. Hieher gehöret auch die Art und Weise, wie der Druck geschiehet, nemlich in was vor Direction, und ob auch immer einerley, oder andere und andere Theile, gegen die Fläche, daran das Reiben geschichet, gekehrt werden. Ja es ist auch die Geschwindigkeit der Bewegung zu überlegen. Denn obgleich überhaupt betrachtet durch die Vermehrung derselben auch der Widerstand vergrössert werden muß; so ist doch auch zu bedenken, daß bey einem gewissen Grade der Geschwindigkeit der bewegte Körper über die unebenen hervorragenden Theile, an welche er stösset, schon gehoben wird, ehe er sich in die Vertieffung zwischen denselben

mit

mit seinen Theilen so weit hineingesenket hatte, als sonst hätte geschehen können. Daher hat auch die Erfahrung gelehret, daß durch Vermehrungen, welche über einen gewissen Grad der Geschwindigkeit hinzugesetzet worden, doch das Reiben nicht mehr zugenommen.

§ 224.

Ob sich vor die Grösse des Reibens eine allgemeine Regel bestimmen lässet.

Jemehr man aber diesen Ursachen nachdenket, destomehr erkennet man a priori, daß sich vor die Abmessung der Grösse des Reibens keine allgemeine Regel bestimmen lässet. Die Bemühung derjenigen Gelehrten ist unzeitig gewesen, welche eine allgemeine Berechnung davon haben angeben wollen, wie z. E. Amontons behaupten wollen, daß sich das Reiben zum Gewichte allezeit wie 1 zu 3 verhalte, welches schon die Versuche bey dem Hrn. Muschenbroek * und Nolet ** sinnlich widerlegen. Die Maschinen, die man erfunden, die Grösse des Reibens zu untersuchen, und die Versuche, die man damit angestellet, haben eben darzu gedienet, klar zu machen, daß sich keine allgemeine Reggl davon angeben lässet. Das ist leicht zu begreiffen, daß das Reiben von der bewegenden Kraft weniger wegnimmt, wenn der bewegte

Das Reiben ist beym Wälzen geringer als beym Verschieben.

* elem. phys. § 341 &c.

** phys. experim. Tom. I p. 230 &c.

bewegte Körper an, oder auf der Fläche hingewälzet wird, als wenn einerley Fläche desselben auf dieser verschoben werden soll. Denn im erstern Falle wird er über die hervorragenden Theile leichter hingehoben: und wenn er sie einzudrücken fähig ist; so wirket er mit grösserm Vortheile gegen dieselben. Vor das Reiben überhaupt aber lässet sich deswegen keine allgemeine Regel bestimmen, weil der Zusammenhang in Körpern von verschiedener Art immer anders ist, und weil auch bey Körpern von einerley Art unzehlige zufällige Ursachen darein einen Einfluß haben können, daß dieses oder jenes Theilgen etwas anders gebildet, oder von festerm Zusammenhange ist, und nicht so leichte eingedruckt oder abgestossen werden kan. Es hat einigen Schein, daß einige geurtheilet haben, eine metallene polirte Platte müßte auf einer andern gleichviel von ihrer bewegenden Kraft durchs Reiben verlieren, sie möchte mit der breiten, oder schmalen Fläche darauf hingeschoben werden, weil das Reiben allererst durch den Druck, den sie vermöge ihrer Schwere thut, verursachet würde. Allein man hat nicht dabey erwogen, daß diese zwey Fälle deswegen einander nicht mit einer Beständigkeit gleichgelten können, weil gewisse hervorragende Theile der Körper, wie die Zähne an den Rädern in einander eingreiffen können. Wie leichte

Vor das Reiben überhaupt lässet sich keine allgemeine Regel geben.

Widerlegung eines Scheingrundes.

ist also der Fall möglich, daß durch ein gar geringes Gewichte, damit Körper gegen einander gedrückt werden, doch das Eingreiffen an solchen Orten geschiehet, wo die Hinderniß der Bewegung nicht ohne sehr grosse Kraft überwunden werden kan. Je grösser aber die Fläche ist, mit welcher die Körper einander berühren, desto öfter werden dergleichen Oerter möglich seyn. Daß aber bey den angestellten Versuchen sich gemeiniglich gefunden, daß die Vergrösserung des Gewichtes, damit die Körper gegen einander gedruckt werden, das Reiben mehr vergrössert hat, als die Vergrösserung der Fläche, hat einen besondern Grund. Denn weil die Versuche mit Körpern, die man mit Fleiß darzu glatt gemacht, angestellet werden; so hat gemeiniglich durch Vergrösserung der Fläche bey Setzung einerley Gewichtes das Reiben nur dadurch vermehrt werden müssen, daß einerley und gleiche Hindernisse der Bewegung nun mehrmahlen vorgekommen. Hingegen da bey der Vermehrung des Gewichtes die hervorragenden Theile tiefer eingreiffen; so können hierdurch gewisse Theilgen leicht auf unermeßlich widerstehende Hindernisse treffen, und über welche sie auch der Figur wegen sehr schwer hingehoben werden können. Ja man begreiffet, daß dieses in den meisten Fällen wirklich so geschehen muß. Wenn man

Warum bey den Versuchen das Reiben durch grösseres Gewichte mehr, als durch Vergrösserung der Fläche vermehret worden.

diese Ursachen wohl vor Augen hat, so wird die Erklärung der Erscheinungen leichte werden, darüber man sich auf den ersten Anblick verwundert. Z. E. in den Muschenbroeckischen Versuchen, da er Bretergen auf Holze hingeschoben, ist es sonderbar, daß das Reiben eines fichtenen Bretgens bey einem geringern Gewichte grösser gewesen und mehr ausgetragen, als da man grösseres Gewichte brauchte. Die Kraft, welche das Reiben kaum überwältigte, verhielt sich zuerst zu dem Gewichte wie 1 zu 4. Hingegen bey vergrössertem Gewichte war eine geringere Kraft demselben gewachsen, welche sich zum Gewichte verhielt wie 1 zu 4 und ein halben, hernach wie 1 zu 5, endlich gar wie 1 zu 6. Mit dem eichenen Bretgen aber verhielt es sich anders. So lange dasselbe nicht sehr beschwert war, ließ es sich leichter bewegen als das Fichten-Holz. Bey grösserm Gewichte aber ward das Reiben eben so stark, ja noch stärker, als beym Fichten-Holze. Die Ursache hiervon lässet sich also begreiffen. Weil das fichtene Holz weich und doch elastisch ist; so dehnet es auch nach dem Höfeln immer noch hervorragende Theile in die Höhe. Diese verursachten das starke Reiben bey geringem aufgelegten Gewichte. Wird aber das Gewichte stärker, so nimmt ihr Vermögen deswegen ab, weil sie weich

sind,

sind, und sich daher niederdrücken lassen. Das eichene Bretgen aber war wegen der Härte und Dichtheit des Holzes vom Anfange glätter geworden. Folglich war bey geringem aufgelegten Gewichte das Reiben geringer. So bald aber das Gewichte so viel vergrössert worden, daß die unebenen Theilgen nun merklich in einander eingreiffen; so ward das Reiben desto stärker. Denn die hervorragenden Theilgen geben entweder gar nicht nach, und die Last muß bloß darüber hingeschoben werden, oder es wird wegen Härte derselben wenigstens viel Kraft erfordert, dieselben gehörig niederzudrücken oder weg zu beugen. Man merke hierbey noch, daß es oft bloß an dem Reiben lieget, daß eine Wirkung in grossen Maschinen nicht von statten gehet, welche sich in kleinen leisten ließ. Denn wenn gleich in der grossen Maschine alle Theile eben das Verhältniß gegen einander haben, wie in der kleinen; so pfleget doch in der grossen der stärkere Druck das Reiben mehr, als bloß nach Proportion der Vergrösserung der Flächen, zu vermehren.

Warum in grossen Maschinen oft nicht von statten gehet, was in kleinen möglich ist.

§ 225.

Eine andere von den allgemeinsten Eigenschaften der Körper, deren Ursachen wir nun zu untersuchen haben, ist die **Elasticität oder Schnellkraft.** Man ver-

Von der Elasticität.

Was die

Elasticität ist. versteht unter der Elasticität diejenige Eigenschaft der Materie oder Körper, vermöge welcher sie sich durch eine äusserliche Ursache nach einigem gethanen Widerstande in ihrer Figur und Grösse verändern lassen, und wenn die äusserliche Ursache nachlässet, sich wieder in ihren vorigen Zustand setzen, ohne daß ihre Schwere davon die Ursache ist.

Ob sie mit der Härte einerley ist. Einige nennen sie auch die Härte, mit welcher sie aber überhaupt nicht einerley ist § 220, ob es gleich wahr ist, daß die harten Körper elastisch sind.

Ob alle Materien und Körper elastisch sind. An unzehligen Körpern lehret es die Erfahrung, daß sie elastisch sind, z. E. an allen festen Theilen der Thiere und Pflanzen, an den meisten Metallen, Halbmetallen und andern Körpern, welche aus der Erde gegraben werden, und an der Luft. An vielen, wo die Elasticität zuerst nicht sinnlich ist, kan sie durch die Kunst sinnlich gemacht werden, z. E. an dem Glase und an den Metallen äussert sie sich so bald sie in dünne Fäden gezogen werden. Wo sie sich an grossen Körpern nicht sinnlich zu erkennen giebt, da darf man deswegen noch nicht schliessen, daß sie auch denen gnugsam kleinen Theilen derselben fehlet. Z. E. die kleinen Theile des Strohes bleiben immer elastisch, obgleich ein zerstossener Strohhalm seine Elasticität verloren zu haben scheinet. Man darf deswegen auch den gnugsam kleinen Theilgen

gen des weichen Thones, Wachses, fetti-
ger Materien u. s. w. die Elasticität dar-
um nicht absprechen, weil an denen
grössern und uns sinnlichen Klumpen die-
selbe nicht bemerket wird. Das kleinste
Oeltheilgen ist vielmehr in der That eben
das, was ein Ballon ist, und im folgen-
den soll aus specialern Gründen die Ela-
sticität von dem Feuer, Licht, Wasser und
andern Materien dargethan werden. Ver-
muthlich sind überhaupt alle Materien
elastisch, weil sich ohne die Elasticität kein
vernünftiger Grund von dem Ursprunge
und der Mittheilung der Bewegung in den
Körpern angeben lässet § 93 rc. welcher sich
hingegen bey Setzung der Elasticität in
den Elementen dergestalt erklären lässet,
daß, wenn man diesen nicht einräumet
und dabey gnugsam bedenket, was man
saget, keine andere Ausflucht übrig blei-
bet, als daß man den Ursprung aller Be-
wegung unmittelbar der Thätigkeit Gottes
beylegen müßte, welches nichts anders
hiesse, als alle physikalischen Untersuchun-
gen auf einmal aufheben § 42. Wer sich
hiervon überzeuget, der wird zugestehen,
daß ob sich gleich z. E. an der elementari-
schen Erde keine Elasticität mehr entdecken
lässet, dieselbe ihren Theilgen doch zukom-
men muß, weil eine daraus verfertigte
testa docimastica sich ohne Zweifel eben
so, wie andere Körper, in Flug bringen
lässet

lässet § 90, 91. Solten ja einige nicht elastische Elemente in der Welt vorhanden seyn; so müßten deren wenigstens in einem bewegten Körper so wenig angetroffen werden, daß sie füglich durch die Kraft der andern, welche die Elasticität besitzen, mit fortgenommen, und also bewegt werden könnten, daß nur unsern Sinnen daher kein Unterschied merklich würde. Doch dieses wird sich im folgenden weiter geben, wenn wir den Ursachen der Elasticität nachsinnen werden, welches eben ietzo unser Vorhaben ist, weil von den Gesetzen der Bewegung elastischer Körper schon anderswo § 120 ꝛc. gehandelt worden.

§ 226.

Eintheilungen der Elasticität. Sie ist eine ausdehnende oder zusammenziehende.

Um dieses mit Nutzen thun zu können, sind zuvörderst etliche wichtige Unterschiede der Elasticität zu bemerken. Sie ist 1) entweder eine **ausdehnende**, wenn sich die Körper zusammen drucken lassen, und sich hernach wieder ausdehnen, oder eine **zusammenziehende**, wenn sie sich ausdehnen lassen und wieder zusammen ziehen, oder **beydes zugleich**. Die letztere kömmt z. E. vor, indem sich ein Stab biegen läßt, und hernach wieder gerade springet, weil alsdenn die äussere Fläche grösser, die innere aber kleiner wurde. 2) Die

Die Elasticität ist eine grosse, starke oder geschwinde.

Grade der Elasticität sind entweder der Grösse des Raumes nach, um welchen sich

sich die Figur des Körpers verändern läßset, oder der Stärke, oder der Geschwindigkeit nach, oder in Ansehung mehrerer dieser Stücke zugleich unterschieden. Man nenne deswegen eine **grosse Elasticität** eine solche, da sich die Theile des Körpers oder Elementes um ein grosses aus ihrer vorigen Lage bringen lassen, und sich doch wiederum in dieselbe setzen. Hingegen eine **starke Elasticität** nenne man diejenige, vermöge welcher sich die Theile schwerlich aus ihrer Lage bringen lassen, und hernach in desto heftigerm Bestreben sind, sich wieder herzustellen. Endlich eine **geschwinde Elasticität** kan diejenige heissen, vermöge welcher die Theile des einen Elementes oder Körpers sich geschwinder als in dem andern in ihre vorige Lage wieder herstellen, ob sie gleich in beyden um gleichviel Raum aus ihrem vorigen Stande gebracht worden. Diese Unterschiede muß man wenigstens bemerken, um sie nicht zum voraus auszuschliessen, da sie sich in abstracto deutlich unterscheiden lassen. Im folgenden aber wird man hin und wieder gnugsamen Grund antreffen zu behaupten, daß auch diese Arten der Elasticität in der Natur wirklich trennbar sind, und die eine Substanz von dieser, eine andere von jener, mehr an sich hat, welches sonderlich bey den einfachesten Materien in der Natur von wichtigen Folgen ist.

Vollkommene und unvollkommene Elasticität.

ist. 3) Die Elasticität ist eine vollkommene oder unvollkommene. Unter der vollkommenen Elasticität will ich diejenige verstehen, welche einem betrachteten Ganzen in Ansehung aller seiner Theile, und dergestalt zukömmt, daß es sich völlig wieder in den vorigen Stand nach Veränderung seiner Figur herstellet. Wo eines von beyden fehlet, nenne ich sie eine unvollkommene Elasticität.

Ob die vollkommene Elasticität mit der unendlichen Härte einerley ist.

Andere verstehen unter der vollkommenen Elasticität eine unendliche Härte, vermöge welcher ein Körper oder Element durch keine endliche Kraft merklich in seiner Figur verändert werden kan, sondern nur, wie sie sich ausdrücken, um einen unendlich kleinen Theil eingedrückt wird. Dieses ist aber etwas anders § 220, und eine fernere Bestimmung der Grösse der Elasticität, daher man sie in eine unüberwindliche und überwindliche eintheilen kan, wenn es nützlich scheinet. Die ietzt gegebene Bestimmung der vollkommenen Elasticität aber ist so wichtig, daß sie deswegen nicht damit verwirret oder aus der Acht gelassen werden darf.

§ 227.

Anscheinende mögliche Ursachen der Elasticität.

Was nun die Ursache der Elasticität anlanget, so stellen sich dem nachsinnenden Verstande auf den ersten Anblick drey Möglichkeiten dar. Sie lieget entweder

in

in einem Bestreben zum Zusammenhange, welches die Theilgen des Körpers gegen einander haben, darzu auch in gewissen Fällen ein Vermögen, einander von sich zu stossen, kommen könnte; oder sie liegt in einer flüßigen Materie, welche in dem Körper selbst befindlich, oder von aussen hinein zu fliessen in Bemühung ist; oder sie lieget selbst in der ursprünglichen Elasticität der Elemente, und zugleich in der Zusammensetzung der Körper aus denenselben, und der Verknüpfung, darinnen sie mit andern äusserlichen Materien stehen. Wir müssen iedwede von diesen Ursachen besonders beleuchten.

§ 228.

Wiefern die Elasticität verständlich wird, wenn man zwischen den Theilen eines Körpers ein Bestreben zum Zusammenhange schon voraus setzet,

Eine eigentliche anziehende oder von sich stossende Kraft kan in den Elementen als eine physikalische Grundkraft nicht eingeräumet werden § 182 ꝛc. 202 ꝛc. Will man deswegen die Elasticität eines Körpers aus dem Bestreben zum Zusammenhange herleiten, welches sich zwischen seinen Theilen befindet; so muß man setzen daß solches Bestreben aus andern erweislichen Gründen schon da ist. Und alsdenn kan man allerdings von sehr vielen Umständen der Elasticität, welche die Erfahrung lehret, Rechenschaft geben. Denn was erstlich die zusammenziehende Elasticität betrifft, so lässet sich dieselbe begreif-

bey der zusammenziehenden Elasticität.

 fen,

sen, wenn man setzet, daß die gröbern Theile des Körpers länglich, und auf eine ähnliche Art über einander gelegt sind, wie die Steine in einer Mauer, und daß sie, wenn man sie von einander ziehet, ein Bestreben zur Vereinigung behalten, welches sich äussert, so bald die mit Gewalt ziehende Ursache nachlässet, daher der Körper wieder zu seiner vorigen Figur und Grösse gelanget. Man kan in dieser Betrachtung so gar bis auf die elementarischen Theilgen fortgehen, wenn man denenselben die erforderte Figur und Lage zuschreibet. Ferner kan man auf eben die Art wenigstens sehr vieles auch von der ausdehnenden Elasticität verständlich machen. Man muß nur eingedenk seyn, daß, indem die Körper hier und da zusammengedruckt werden, die Fläche gewisser Theile derselben in der That vergrössert wird, und, indem sich dieselbe wiederum, wie zuvor, verkleinert, der Körper in seine vorige Figur hergestellet wird. Dieses kan z. E. der Abriß erläutern, welchen der berühmte Herr D. Hamberger * von etlichen sehr schwammigten und elastischen Körpern, wie sie durch die Vergrösserungsgläser aussehen, gemacht hat. Die Art und Weise, wie bey der Verrückung der Theile das Bestreben zum Zusammenhan-

bey der ausdehnenden.

Nähere Erklärung der Art und Weise.

ge

* elem. phys. § 190.

ge bleibet, kan man sich also vorstellen. Man erinnere sich, daß die Ursache des Zusammenhanges in dem Drucke eines Aethers liegt § 195. Wer dieses nicht einräumet, wird wenigstens setzen müssen, daß die Theilgen, so lange sie einander berühren, oder nicht allzuweit von einander entfernet werden, das Bestreben zum Zusammenhange behalten, die Ursache sey, welche sie wolle. Wenn man ferner annimmt, daß die sehr kleinen Theile gewisser Körper ungefehr so, wie die Steine in einer Mauer, über einander gelegt sind; so können sie beym Fortziehen in gerader Linie, oder auch beym Beugen, da nur die äussere Fläche verlängert wird, also über einander hingeschoben werden, daß noch keine solche Oeffnungen zwischen ihnen entstehen, daß der Aether von aussen eindringen könnte, oder daß sie dadurch aus dem Stande der Berührung kämen, zumal wenn sie etwan auch über dieses in einander einzustrahlen, und dadurch den sonst eindringenden Aether abzuhalten geschickt sind. So bald demnach die ziehende Gewalt nachläßt, so werden sie durch eben die Ursache des Zusammenhanges, welche zuvor stat hatte, sich einander so weit, als zuvor, nähern, und der Körper wird dadurch seine vorige Gestalt wieder annehmen, d. i. er wird elastisch seyn. Betrachtet man insonderheit die flüßigen Kör-

besonders bey flüßigen Körpern.

per, z. E. einen Tropfen Wasser oder Qveckfilber, welcher, wenn man ihn zwischen zwey Flächen drücket, mit denen er nicht zusammen hänget, seine Figur verändert, sich aber alsbald wiederherstellet, wenn der Druck nachlässet; so wird sich solches bey Setzung eines Bestrebens zum Zusammenhange zwischen den Theilen mit Hinzunehmung der Flüßigkeit leicht begreiffen lassen. Denn daraus folget in freyer Luft die runde Gestalt des Tropfens § 214, welche er demnach durch die allezeit vorhandenen Ursachen wieder annimmt, so bald der Druck nachläßt, welcher die Figur veränderte, iedoch die Theile noch nicht zerstreuete und ausser Berührung brachte. Doch rechne man hieher nicht, daß sich das Flüßige im Thermometer durch die Wärme ausdehnen lässet, und hernach seine vorige Lage wieder nimmt, welches noch gar keine Elasticität beweiset, weil es aus der blossen Schwere begreifflich ist. Allein aus allem, was ietzt gesagt worden, lässet sich doch noch kein zureichender Grund der Elasticität überhaupt begreiffen, weil das Bestreben zum Zusammenhange selbst aus dem Drucke einer elastischen Materie hergeleitet werden muß § 195, und ausserdem zu einer qualitate occulta vitiosa würde, daher es auch bey der Untersuchung von der Elasticität überhaupt nicht etwan zum voraus angenommen

Warnung vor Verwirrung.

Warum das angeführte noch keinen zureichenden Grund der Elasticität abgiebt.

nommen und die Untersuchung davon selbst ausgesetzet werden kan.

§ 229.

Die Elasticität kan nicht von einer ausgepreßten und wieder eindringenden flüßigen Materie hergeleitet werden.

Die andere dem ersten Anblick nach als möglich anscheinende Ursache der Elasticität, war diese, daß sie vielleicht von einer flüßigen Materie verursachet werde § 227. Diese flüßige Materie müßte entweder bey der Veränderung der Figur des elastischen Körpers ausgeschlossen werden, und hernach wieder eindringen, oder sie müßte in dem Körper selbst befindlich seyn und bleiben, und nur durch Veränderung seiner Figur zu der gehörigen Wirksamkeit determinirt werden. Was das erste betrifft, so ist es nicht nöthig, alle seltsame Meinungen, die deshalben auf dem Tapete gewesen, zu erzehlen. Das Vorgeben ist wider die Erfahrung. Denn ein ausgepreßtes Flüßiges dringt von sich selbst nicht wieder in den Körper hinein. Z. E. die Luft, oder das Wasser, dringet nicht wieder in eine zusammen gedrückte Blase. Sie streitet auch mit den allgemeinen Gesetzen der Bewegung des Flüßigen, vermöge deren es gegen alle Seiten drücket, und ein kleiner Theil davon gegen alle übrigen eben so viel druckt, als jene gegen ihn drucken. Denn aus was vor Grunde solte denn z. E. Luft oder Wasser in eine zusammen gedrückte Blase wieder eindrin-

 gen,

gen, da doch das wenige, was darinnen zurück geblieben, dem Drucke der ganzen äusserlichen Masse seiner Flüßigkeit wegen die Wage hält? Es ist vergeblich, daß sich einige die Sache so vorgestellt haben, daß das auswendige Flüßige in die bey der Zusammendrückung enger gewordenen Canäle des Körpers eben so geschwinder einfliessen, dieselben daher destomehr drängen, reiben, und zu ihrer vorigen Grösse ausdehnen müßte, wie man siehet, daß ein Fluß da, wo seine Bettung enger wird, geschwinder fließet, und an die Ufer desto stärker anstösset. Denn sie haben nicht erwogen, daß das Wasser im Strome solches aus Noth thut, weil es nirgends anders ausweichen kan. Warum solte es aber eben dieses thun, wo es ausser dem Canale Raum genug zu fliessen hat? Wenn man weitere und engere Röhren gegen ein fliessend Wasser hält, und auch jene währender Zeit enger machet; so wird man nicht finden, daß das Wasser in der engern Röhre geschwinder und heftiger fließet. Noch ein Hauptumstand aber ist, daß sich von der Flüßigkeit und denen Eigenschaften und Gesetzen derselben selbst nicht anders Rechenschaft geben lässet, als wenn man schon elastische Substanzen annimmt § 215 ꝛc., daher das Einfließen einer flüßigen Materie nimmermehr ein zureichender Grund zur Erklärung der Ela-

stici-

sticität überhaupt werden kan. In der Erfahrung findet man vielmehr umgekehrt, daß, wenn man z. E. Papier zusammen rollet, oder Haare aufwickelt, und also die in den Zwischenräumen befindliche Materie ausgedrückt wird, sich endlich nach einiger Zeit die Theile in dieser Lage so zusammen fügen, daß daraus ein elastisches Bestreben entstehet, sich in dieselbe wieder herzustellen.

§ 230.

Die Elasticität kömmt auch nicht von einer in dem Körper selbst befindlichen flüßigen Materie her.

Eben so wenig findet die andere Meynung statt, daß vielleicht die Elasticität von einer in dem Körper selbst befindlichen und daselbst bleibenden flüßigen Materie verursachet werde. Denn es lässet sich daraus nichts begreiffen, wenn nicht die angenommene Materie selbst elastisch ist. Ist sie es aber, so wird die allgemeine Ursache der Elasticität hiermit nicht gefunden. Man kan auch durch die Bewegung, die man ihr etwa zuschreiben will, nicht umhin, eine Ursache anzunehmen, welche schwerer als die zu erklärende Wirkung selbst ist. Hieher gehören die Bernoullischen Hypothesen. Zunächst schrieb der Erfinder derselben die Elasticität der Körper der in ihnen enthaltenen und zusammen gedruckten Luft zu *. Ich will nicht gedenken,

* Jo. Bernoulli diss. de fermentatione & effervescentia Tom. I opp. p. 25.

denken, daß dieses mit unzehligen Chemischen Erfahrungen streitet, welche elastische Materien und Bewegungen unter solchen Umständen lehren, daß man nicht mehr auf die Luft, wenigstens nicht mehr auf dieselbe, als eine zureichende Ursache, schliessen kan. Ich frage nur, warum ist die Luft selbst elastisch? Es suchet demnach dieser gelehrte Mann die allgemeine Ursache der Elasticität in gewissen hohlen Sphären, welche sich in den kleinsten Hölen der Körper aus dem Zusammenstossen verschiedener Theilgen, welches durch die durchfahrende materiam subtilem verursachet werden soll, erzeugen, und deren Nisus centrifugus stärker werden und daher den Körper zu seiner vorigen Grösse wieder ausdehnen soll, so bald er zusammen gedrückt und also die Theilgen einander mehr genähert worden *. Diese Gedanken können schon darum nicht gebilligt werden, weil sie auf die unerwiesenen und leicht zu widerlegenden Cartesianischen Elemente und Wirbel gebauet worden. Wenn es nicht zu weitläuftig wäre; so könnte ich auch das ganze hieher gehörige Systema leichte durchgehen und zeigen, daß überall entweder schlechterdings unzureichende oder solche Ursachen angenommen werden, die schwerer als die zu erklärende Sache

* discours sur le Mouvement Tom. III Opp. Chap. XI p. 81 &c.

Sache selbst sind § 21, 32. Ich beruffe mich unterdessen nur auf folgendes. Erstlich hat es allzuviel zu sagen, neue Materien zu erdichten, wo man die Sache näher haben könnte § 39, 43. Ferner dürfen zumal krummlinichte beständige Bewegungen ohne deutliche Ursachen nicht gesetzt werden § 138, 139, dergleichen diejenigen, welche hier der Erfinder angegeben hat, gar nicht sind. Endlich kan die erzehlte Hypothese mit den eigenen Gründen ihres Urhebers nicht bestehen; denn er hat den Grund der lebendigen Bewegung in der Welt selbst in Elastris gesuchet § 93. Folglich da die Materie, die er in seinen holen Sphären setzet, sich doch selbst nach den Gesetzen der Bewegung bewegen muß; so ist es, ohne die Elasticität der Elemente anzunehmen, nach dessen eigenen Sätzen nicht möglich, einen zureichenden und allgemeinen Grund der Elasticität zu finden. Hiermit soll übrigens nicht geleugnet werden, daß eine eingeschlossene flüßige Materie, wo sie sich mit Grunde annehmen lässet, vor die nächste Ursache von einer gewissen Elasticität gehalten werden dürfe. Es kömmt solches vielmehr an vielen sehr zusammengesetzten Körpern wirklich vor.

Einschränkung.

§ 231.

Die Ursache der Elasticität der Kör-

Derowegen bleibet nichts übrig, als daß die Ursache der Elasticität der Kör-

 per

per theils in einer ursprünglichen Elasticität der Elemente, theils in der Verbindung derselben, woraus die Structur der Körper erwächset, und in Verknüpfung des einen Körpers mit andern, sonderlich mit denen umliegenden Materien, zu suchen ist. Demnach ist 4) überhaupt § 226 die Elasticität, welche wir an den Körpern in der Welt wahrnehmen, in die physikalische und mechanische einzutheilen. Die mechanische Elasticität ist, welche und wiefern sie von der mechanischen Structur des Körpers herrühret. Hierbey ist das, was § 228 angeführet worden, anzuwenden. Die physikalische Elasticität aber nenne ich diejenige, welche und wiefern sie in einer thätigen Grundkraft der Elemente gegründet ist. Die physikalische Elasticität findet sich daher theils an den Elementen, welche eine ausdehnende Kraft haben, welche man auch die metaphysische Elasticität nennen könnte; theils aber kömmt sie auch den Körpern zu, wiefern ihre Elasticität nicht von einer besondern erforderten Structur ihrer Theile, sondern von der Beschaffenheit der Elemente oder Körpergen, daraus sie bestehen, oder die sich darinnen befinden, herkömmt. Es können daher in unterschiedener Absicht auch beyde Arten der Elasticität in einem Körper zusammen kommen. Daß ich vorhin bey den Ele-

[Randnoten:] ...liegt theils in einer ursprünglichen Elasticität der Elemente, theils in der Structur und Verknüpfung der Körper.

Daher ist die Elasticität in die physikalische und mechanische einzutheilen.

Mannichfaltigkeit der physikalischen Elasticität.

Ob auch Elemente mit

Elementen nur solcher Erwehnung gethan, welche eine ausdehnende Kraft haben, und nicht auch solcher, welche vielleicht mit einer zusammenziehenden Kraft versehen sind, ist mit Bedacht geschehen. Denn nach Vergleichung vieler hieher gehöriger Erfahrungen und Untersuchungen scheinet es kaum, daß es in unserer Welt solche Elemente giebt, welche sich im Stande einer widernatürlichen Ausdehnung befänden, und deren Wirkung daher ihrem Wesen nach auf einem Bestreben sich zusammen zu ziehen beruhete, sondern vielmehr, daß sich alle Elemente im Stande einer widernatürlichen Zusammendrückung befinden § 98 rc. und in Bestrebung sind sich auszudehnen, und sich daher nur alsdenn und soweit entweder verkleinern oder in einen engern Raum zusammen treten, wo und wiefern äusserliche Ursachen sie darzu nöthigen, welches der Grund von dem zusammenziehenden Bestreben in den Körpern ist. Es ist kaum nöthig nochmals zu erinnern, daß man sich die Vorurtheile dererjenigen nicht irren lassen muß, denen es seltsam klinget, Elemente zu setzen, welche noch eine Figur, und also integralische, obwohl idealische, Theile haben, welche in diese oder eine andere Lage kommen können. Denn dieser Begriff ist schon im vorigen gerechtfertiget worden § 68-70, und es ist kaum iemals etwas so unmögliches und alle physikalische Untersu-

Elemente einer zusammen ziehenden Kraft vermuthlich sind.

Ob es eine Schwierigkeit ist, Veränderung der Figur in den Elementen anzunehmen.

tersu-

Ob es eine Petitio Principii ist, denen Elementen eine ursprüngliche Elasticität zuzuschreiben.

tersuchungen aufhebendes auf die Bahn gebracht worden, als die Leibnitzischen Elemente. Es ist auch eine blosse Uebereilung, daß bisweilen grosse Männer es vor eine Ausflucht und Petitionem Principii angesehen haben, wenn man eine gewisse Elasticität den Elementen als ursprünglich beylegt. Sie fragen, warum man sie nicht lieber gleich ganzen Körpern als ursprünglich zuschreibe, und meinen, daß man keinen zureichenden Grund derselben angeben könne. Allein es ist hier ein grosser Unterschied. Zufällige Existenzen müssen a posteriori erkannt, und zu ihrem Daseyn nur ein moraliter zureichender Grund, d. i. ein vernünftiger Zweck, gesuchet werden. Wer demnach nicht gar ein Verleugner Gottes seyn will, muß ihm die erste Einrichtung der Elemente, so, wie sie seine Zwecke erfordert haben, zuschreiben § 17, 92 rc. Da aber der Grund der Erscheinungen des Zusammengesetzten eben in der Beschaffenheit und Verknüpfung der einfachen Substanzen liegen muß; so siehet iedweder ein, daß man die Kraft zu einer Wirkung deswegen dem Zusammengesetzten nicht als eine Grundkraft zuschreiben darf, sondern aus der Beschaffenheit und Verbindung der einfachen Dinge davon Rechenschaft geben muß. Weil dieses die Vertheidiger der elastischen Elemente gemeiniglich nicht gethan

than haben; so sind dadurch ohne Zweifel rechtschaffene Verehrer der Naturforschung müde geworden, so mannichfaltige Einfälle, darunter doch auch etwas wahr seyn kan, zu prüfen.

§ 232.

Der Grund der mechanischen Elasticität ist demnach zuletzt allemal die physikalische Elasticität der elementarischen Materien. Diese ist eben die wirkende Ursache dabey, auf welcher auch vornemlich der Zusammenhang der Körper, ja alle lebendige Bewegung in der Welt beruhet, wie denn überhaupt mechanische Ursachen ohne physikalische niemals zu irgend einer Bewegung einen zureichenden Grund abgeben können § 20. Es ist aber die physikalische Elasticität, welche mit Beyhülfe der Figur die mechanische bestimmet, theils in denen Theilgen selbst zu suchen, daraus der Körper bestehet; theils in der schon gesetzten Elasticität anderer Materien, welche sich in ihnen befinden, sie sey von was vor Art sie wolle; theils in der Elasticität der flüßigen Materien, welche die Körper, ohne daß es uns sinnlich wird, umgeben. Die Luft trägt zu der mechanischen Elasticität, wenigstens der festen Körper, unmittelbar nichts bey, weil sich dieselbe in dem Gverickischen leeren Raume eben so, wie in freyer Luft, äussert. Das meiste

Die mechanische Elasticität ist zuletzt in der physikalischen gegründet.

Auf wie vielerley Art die physikalische Elasticität mit Beyhülfe der Figur die mechanische bestimmet.

Wie der Aether die me-

[illegible] Elasticität [illegible]

meiste kommt auf den Aether an, welcher die Ursache des Zusammenhanges ist. Es darf hernach nur eine bequeme Figur der kleinen Körpergen darzu kommen, daß sie sich ein wenig verschieben lassen, und doch noch keine solche Lücken machen, in welche der Aether eindringen könnte, oder daß sie gar in kleinen Capsuln einen Aether in sich haben, welcher doch in die Nebentheilgen einstrahlen kan, oder, wenn auch die Körpergen dazu zu weit entfernet würden, welcher wenigstens bey der Annäherung die Poros der Capsuln, wie zuvor, offen findet; so läßet sich daraus die Möglichkeit einer mechanischen Elasticität begreiffen § 210. Denn so lange kein Aether zwischen die Theilgen eindringet, sondern leere Räume bleiben, und sonst in denen zum Zusammenhange der Körper erforderten Stücken keine wesentliche Veränderung vorgehet; so wird der Aether als die Ursache des Zusammenhanges nothwendig die verschobenen Theilgen einander wieder nähern, und in die vorige Lage setzen, so bald die Gewalt weichet, wodurch sie daraus gebracht worden. Z. E. die Stahlfeder ist in einen gewissen Zustand zusammen gerollet, in welchen sie sich wiederherzustellen bestrebet. Denn wenn man sie ausdehnet, so drücket sie der Aether wieder zusammen, weil inwendig vacua disseminata entstunden, in welche nichts anders

anders eindringen konte, und weil auch vermuthlich der Aether in ihren eigenen Theilgen nach der Ausdehnung noch aus einem in das andere einzustrahlen fortfähret. Die elastischen Fäden eines Seiles sind gewaltsam über einander gewunden und hiermit ausgedehnet. Sie stehen deswegen im Bestreben, sich wieder zusammen zu ziehen, woraus erfolget, daß, wenn man ein Gewichte anhänget, sich das Seil aufwindet, weil hierdurch die Fäden verkürzt werden können, ob wohl das Seil selbst länger wird.

§ 233.

Mancherley Arten vom Ursprunge und Veränderung der mechanischen Elasticität, wenn die Körper eine Zeitlang in einer gewissen Lage bleiben.

Weil die Structur der Körper durch sehr viele Ursachen verändert werden kan; so erhellet, daß auch die mechanische Elasticität an verschiedenen Körpern auf mancherley Art entstehen oder untergehen kan. Z. E. wenn ein Körper, welcher grossentheils aus biegsamen Theilgen bestehet, oder in welchem sich überdieses flüßige Materien befinden, welche ausdunsten können, eine Zeitlang in einer gewissen Lage erhalten wird; so schieben sich die kleinsten Theilgen in dieser Lage vortheilhaft in einander, indem der Druck des Aethers von allen Seiten sie dahin treibet. Hierdurch kan deswegen eben so wohl eine Bemühung sich in dieselbe wieder herzustellen entstehen, als der Körper zuvor sich in ei-

ne

ne andere Lage zu setzen bestrebte. Man kan dieses am zusammengerollten Papier sehen. Stehen einem gewissen Grade der Elasticität vielleicht die noch allzuweiten Pori in einem Körper entgegen, der sich sonst eben darzu schickte; so kan dieselbe durch solche Mittel hervorgebracht werden, welche die Theilgen näher zusammen bringen. So wird das Eisen elastischer, indem es kalt dichter geschlagen wird, daher es auch hernach einen mehrern Glanz annimmt, oder indem das glüende Eisen im Wasser abgekühlet wird. Es kan dabey auch eine beqveme physikalische Veränderung der Theilgen als eine mithelfende Ursache hinzukommen. Reaumur hat von dem Härten des Stahles davor gehalten, daß das Feuer aus den kleinen Theilen des Stahles eine grosse Menge zerstreutes Salz und Schwefel ausjagete, ohne es doch aus der ganzen Masse auszutreiben. Vorher wären die grössern Theile des Eisens einander ähnlich, aber ein ieder davon sey in der Zusammensetzung seiner kleinen Theilgen denen andern desto unähnlicher, indem in iedwedem sich Theile von allen Arten befänden. Hingegen durch das Löschen des glüenden Eisens im Wasser würden die Salze und Schwefel besonders gebracht, und von denen metallischen Theilen abgesondert. Daraus entstünde ein Ganzes, dessen kleinste Theilgen mehr

wenn sie dichter werden,

mehr Aehnlichkeit hätten, da aber die kleinen Massen in wenigsten Puncten zusammen hiengen, und nicht zur Elasticität bequeme Poros formirten *. Dieses kan seine Richtigkeit haben, gleich wie auch bey dem Härten des geschmiedeten Eisens, um es zum Härten geschickter zu machen, eine Portion salziger und schwefelicher Theilgen hineingebracht zu werden pfleget. Das Hauptwerk aber bey dem Härten scheinet auf eine ähnliche Art zu geschehen, wie oben § 212 bey den Glastropfen beschrieben worden. Doch weil die Elasticität der Metalle auch einen gewissen Grad von Ductilität voraussetzet, ohne welchen sie springen, und den Zusammenhang bey versuchter Verschiebung der Theile verlieren; so darf auch die Härte des Stahles nicht gar zu groß seyn. Daher sie nach dem Löschen des glüenden Eisens wieder dadurch gemindert wird, daß man den Körper in einen gehörigen Grad Wärme bringet.

und noch einen gewissen Grad von Ductilität haben.

§ 234.

Wenn in einem Körper eine elastische Materie verschlossen, und doch also gestellet ist, daß ihre Elasticität wirksam werden kan; so verstehet man so gleich, daß sie auch dem Körper, darinnen sie eingeschlossen ist, eine Elasticität giebt. Man

Gemischte Elasticität, welche aus einer in denen Körpergen versperreten elastischen Materie und einer bequemen

* Nollet phys. experim. Tom. I p. 137 &c.

Structur der festen Theile entstehet.

Man kan sich solches an einer aufgeblasenen Blase vorstellen. Weil sich nun in allen Körpern Luft und andere elastische Materien eingesperret, und oft in einem unglaublichen Grade der Dichtheit und Zusammenpressung befinden; so wirken die kleinen Behältnisse solcher elastischen Materien sämmtlich auf eine ähnliche Art, wie eine mit Luft erfüllte Blase. Kommt nun zwischen den festen Theilen des Körpers ebenfalls eine solche Art von Verbindung dazu, welche auch vor sich schon geschickt war, eine mechanische Elasticität zu determiniren; so entstehet in solchen Körpern eine merkwürdige Art von Verknüpfung der physikalischen und mechanischen Elasticität. Dergleichen befindet sich an allen Maschinen, welche die Natur erzeuget. Doch darf man deswegen keine von allen diesen Arten der Elasticität daselbst aussen lassen, und etwan alles nur aus einer einzigen erklären wollen, weil sich die eine Art eben so wohl als die andere erweisen lässet § 24.

§ 235.

Wie die Elasticität durch eindringende Materien verstärket werden kan.

Indem sich eine elastische Materie ausdehnet; so kan ihre ausdehnende Kraft durch die Kraft einer andern, die zu gleicher Zeit in sie eindringet, gewaltig verstärket werden, wiefern es nur die Application leidet, daß sie von der Action jener

 vieles

giches annehmen kan. Dieses letztere wird sonderlich dadurch erhalten, wenn sie nicht leicht ausweichen kan, und in den Zwischenräumen ihrer Theile solche Hölungen befindlich sind, darein die andere sich geschwinder ausbreitende Materie mit mechanischen Vortheilen wirken kan § 189 ꝛc. Z. E. wenn die Luft, deren biegsame Theile an sich sehr leicht ausweichen, an einem Orte eingesperret ist, wo sie bey hinzukommender Action der Wärme einerley Dichtheit behalten müßte; so wird ihre Elasticität durch das eindringende Feuer zu einem erstaunlichen Vermögen erhoben, und dieses um so vielmehr, ie mehr die Luft selbst vorher stark zusammengedrücket gewesen war. Im Gegentheil die elastische Kraft der freyen Luft wird durch die Wärme geschwächet, weil sich die elastischen Theilgen ausbreiten, und ihr Vermögen dadurch eben so abnimmt, als wie wenn eine zuvor zusammengerollte Stahlfeder sich schon grossentheils wiederum aufgewunden hat. Auf gleiche Weise kan auch die Bemühung sich zusammen zu ziehen in einer elastischen Substanz, die ietzo in Action kömmt, durch den Druck einer andern umher befindlichen elastischen Materie gar sehr verstärkt werden. Es ist hernach eben so, als wie wenn an einer Luftpumpe der herausgewundene Stöpsel ohnedem schon durch eine Elasticität zurückgezogen würde.

Wie die Luft durch die Wärme in ihrer Elasticität gestärket oder geschwächet wird.

Wie die zusammenziehende Elasticität durch Beyhülfe eines äusserlichen Druckes verstärket werden kan.

Wie viel gewaltsamer würde er zurück fahren, da er, durch den Druck der Luft gegen den leeren Raum zu zugleich gefördert würde? Es müssen aber in den Körpern beständig unzählige Fälle vorkommen, welche diesem ähnlich sind. Denn wie häufig müssen bey der innerlichen Bewegung der Körper, sonderlich bey der Fermentation, da und dort Verdünnungen gewisser Materien und zerstreute leere Räumgen entstehen, gegen welche die ausdehnende Elasticität gewisser Körper ein Bestreben haben, und ihre Wirkung mit der zusammenziehenden Elasticität anderer Körpergen verbinden kan? Und wie vermögend kan dadurch die Bewegung in einem Puncte werden, gegen welchen sich die Richtungslinien sehr vieler wirkenden Kräfte verbinden? Ohne Zweifel kommen die sehr gewaltigen Wirkungen der elastischen Körper eben von dem vielfachen Bestreben mehrerer Elasticitäten her, welche sich auf die beschriebene oder ähnliche Arten vereinbaren.

§ 236.

Wenn die Elasticität durch eine eindringende fremde Materie geschwächet wird.

Hingegen wenn eine fremde Materie in eine elastische Substanz also eindringet, daß sie darinnen in Ruhe kommt, oder doch keine grössere, oder wenigstens gleiche, Geschwindigkeit der Bewegung hat; so wird dadurch die Elasticität geschwächet. Denn die elastische Substanz kan

sich

sich nicht anders wiederherstellen, als daß die fremde Materie ausgepresset werden muß, welches aber seine besondere Kraft erfordert, und davor dem sonst vorhandenen Vermögen der Elasticität ein gemessener Theil abgehet. Wenn daher die elastische Substanz ausserdem gegen auswärtige Körper ihrer Elasticität wegen gedrückt haben würde; so gehet dieser Druckkraft deswegen etwas ab, weil ein Theil des Vermögens zum Drucke gegen die eingedrungene fremde Materie angewandt wird. Gleichergestalt erhellet, daß die fremde Materie die Elasticität um so viel mehr schwächet, jemehr sie selbst mit dem Körper genau zusammen hängt. Denn es wird hernach destomehr Kraft erfordert, sie auszupressen. Z. E. Oel und Wasser schwächet die Elasticität des Leders, oder hebet sie gar auf. Das Oel aber thut es noch mehr als das Wasser, weil es mehr damit zusammenhängt, und sich weiter darinnen ausbreitet, welches letztere vermuthlich deswegen geschiehet, weil es Theilgen darinnen antrifft, welche es aufzulösen geschickt ist. Die Elasticität der Luft wird durch das subtil darinnen zerstreute Wasser und andere Arten von Dünsten geschwächet. Denn die Lufttheilgen sind in Ansehung der Dünste als ein Schwamm anzusehen, darein sich diese hinein ziehen. Die Luft selbst stellet des-

wegen hernach einen Körper von unvollkommener Elasticität vor, welcher gegen den Druck der umliegenden Substanzen sich nicht in allen seinen Theilen mit gleicher Kraft wieder herzustellen bestrebet. Denn wo in einem Poro eines Lufttheilgens ein Dunsttheilgen stecket, da wird ein Theil der Kraft angewandt, dasselbe einzuklemmen und fest zu halten, welches nicht anders seyn kan, weil die sämmtlichen Lufttheilgen gegen einander gedrückt sind. Es bleiben demnach weniger Puncte und weniger Kraft übrig, womit gegen die auswärts befindlichen Materien gedrückt werden kan. Man kan dieses mit Vortheil zur Erklärung verschiedener Erscheinungen an dem Barometer anwenden. Denn dieses Instrument misset eigentlich nicht die Schwere, sondern überhaupt den Druck der Luft. Die Umstände aber geben es, daß an diesem Drucke die Elasticität der Luft wenigstens eben so viel, wo nicht, wie es scheinet, noch mehr Antheil hat, als die Schwere, und was darwider eingewendet wird, liesse sich leicht beantworten. Was demnach die Elasticität der Luft schwächet, das machet das Barometer fallen. Es fällt deswegen in einer dunstigen Luft, und die Dünste in einem Zimmer, wo viel Leute beysammen sind, machen es gar bald fallen. Es ist daher nicht zu verwundern,

Anwendung auf das Barometer.

daß

daß das Barometer einige Zeit vorher, ehe es regnet, zu fallen pfleget, obgleich das Wetter heiter ist, und die Luft rein zu seyn scheinet. Denn zu der Zeit ist die untere Luft mit zerstreuten Wasserdünsten sehr häufig angefüllet. Wenn nun dieselben dünne genug sind; so schwächen sie die Elasticität der Luft. Auf gröbere Dünste schicket sich der angeführte Grund nicht so, indem dieselben nur zwischen den Lufttheilen schwimmen, daher sie nur das Gewichte der Atmosphäre vermehren helfen, der Elasticität aber nicht Eintrag thun. Hingegen kan es unter der Bedingung mitten unter dem Regen wieder steigen, wenn die untere Luft durch den fallenden Regen von Dünsten genugsam gesaubert wird, indem diese nun entweder in die Höhe steigen, oder sich mit denen herabfallenden Tropfen vereinigen und herunter fallen. Man brauchet also dieses aufzulösen kein besonderes Gesetz der Natur zu erdichten, wie einige gethan haben. Sie haben angenommen, daß ein schwerer Körper, der in einem Flüßigen fällt, mit demselben den Druck seiner Schwere nicht verbinde, so lange bis er den Boden erreichet hat, daher auch die fallenden Regentropfen nicht mehr das Gewichte der Atmosphäre, wie zuvor, vermehrten. Hieraus läßt sich erstlich der Effect der Erfahrung gemäß nicht auflösen. Denn

das Barometer fällt gar zu lange vor dem Regen, da man sich noch keine fallenden Tropfen in der Höhe vorstellen kan, und hingegen steiget es oft währenden Regens. Hiernächst aber lässet sich die angenommene Regel nicht beweisen. Ein Gewichte, welches in einer Röhre voll Wasser an einem Wagebalken gehangen, kan freylich indem es losgeschnitten wird, und im Wasser fällt, den Wagebalken nicht eher herunter ziehen helfen, wie es zuvor that, da es vermittelst des Fadens mit ihm ein Continuum ausmachte, als bis es auf den Boden kömmt, und nun vermittelst des Aufliegens auf demselben mit ihm wiederum ein Continuum ausmachet. Die andere Wageschale giebt also so lange einen Ausschlag. Allein das Gewichte hat im Stillehängen und Fallen das eine mal so viel als das andere von seiner Schwere verloren, nemlich so viel, als eine Masse Wasser wiegt, welche mit ihm von gleicher Grösse ist. Und was könte aus dem blossen Gewichte der fallenden Tropfen in der Atmosphäre anderes erfolgen? Gleichwie aber ietzo gezeiget worden, daß ein elastischer Körper seine Elasticität durch das Eindringen einer fremden Materie verlieren kan; so ist auch hinwiederum leicht zu begreiffen, daß aus einem dem Ansehen nach nicht elastischen Körper doch durch bequeme Absonderung gewisser Theile ein elastischer

Durch die Absonderung gewisser Theile kan aus einem nicht elastischen Körper ein elastischer werden.

stischer Körper zum Vorschein kommen kan. Nemlich die zur Elasticität geschickten Theile kommen nun nach Vertreibung der Hindernisse in ihre beqveme und gehörige Lage.

* * * * * * * * * * * * * * * * * *

Das VI Capitel.

Fortsetzung von den allgemeinsten Eigenschaften der Körper.

§ 237.

Ich gehe nun zu der Untersuchung der Schwere, welche ebenfalls eine von den allgemeinsten Haupt-Eigenschaften der Körper ist, ob sie wohl nicht völlig allgemein ist. Wir verstehen unter der Schwere eine beständige Bemühung einer Materie sich gegen einen gewissen Mittelpunct zu bewegen. Sie ist deswegen nicht mit andern Arten des Bestrebens zweener Körper zu einer Bewegung gegen einander zu verwirren, dergleichen aus unzehligen Gründen gar viele seyn können. Weil entweder alle, oder wenigstens bey nahe alle, Elemente elastisch sind § 93, und ferner sich die sämmtlichen uns bekannten Materien in der Welt in einer widernatürlichen Zusammendrückung befinden § 98, 100; so entstehet auch daraus

Bestimmung des Begriffs der Schwere.

Ob man eine allgemeine Schwere anzunehmen hat.

eine vielfache Bemühung aller materialen Substanzen sich einander zu nähern. Wenn man aber diese, wie ietzo viele pflegen, die allgemeine Schwere der Körper nennet; so kan ich solches deswegen nicht billigen, weil die nützliche Umschränkung der Bedeutung, welche der Sprach-Gebrauch dem Worte Schwere beygelegt hat, aus der Acht gelassen, und die Schwere nach der gemeinen Bedeutung, mit andern Bestrebungen unter ein Wort zusammen genommen wird, woraus, weil diese ganz andere Gründe haben, leicht Verwirrung erwächset.

§ 238.

Zweyerley Arten der Schwere, nemlich die Schwere der Körper gegen den Mittelpunct ihres Weltkörpers, und die Schwere der Weltkörper gegen denjenigen, um welchen sie sich bewegen.

Ob einigen Materien, und welchen, vielleicht die Schwere nicht zukommt, kan hier zum voraus noch nicht bestimmt werden, sondern es wird sich im folgenden weiter geben. Wenn einige daher, daß wir die Schwere an allen gröbern Materien finden, dieselbe sogleich vor eine ganz allgemeine Eigenschaft aller Materie ausgeben, so geschiehet es durch einen falschen und bloß scheinbaren Schluß nach der Analogie §. 53. Denn von dem Aether hat man gar keinen Grund, es zu behaupten, so lange man nicht untersuchet hat, ob eine oder etliche Arten desselben vielleicht die Ursache der Schwere sind. Die Schwere des Feuers bedarf einer besondern und sorgfältigen Untersuchung. Eben so verhält

verhält es sich mit der Schwere der Luft. Denn obgleich die Atmosphäre schwer ist; so muß doch erst untersuchet werden, ob die Schwere derselben der reinen Luft, oder vielmehr denen in ihr schwimmenden fremden Theilgen zuzuschreiben ist. Um also nichts zum voraus anzunehmen, begnügen wir uns hier an demjenigen, was völlig ausgemacht ist, und bemerken zweyerley Arten der Schwere. Die erste ist diejenige, vermöge welcher die zu einem Weltkörper gehörigen Materien in Bemühung sind, sich gegen den Mittelpunct desselben zu bewegen. Wiefern ihnen dergleichen zukommt, schreibt man ihnen die absolute Schwere zu. Der Unterschied aber in diesem Bestreben, welcher sich zwischen Massen von verschiedener Art, aber von gleich grossem sinnlichen Umfange, findet, machet ihre besondere Schwere (gravitatem specificam) aus § 173. Diese Schwere lehret die Erfahrung auf dem Erdboden. Die andere Art der Schwere, welche die Vernunft lehret, ist diejenige, vermöge welcher sich die Planeten gegen den Mittelpunct desjenigen Weltkörpers neigen, um welchen ihre Bewegung geschiehet. Mit dieser Art von Schwere sind die Hauptplaneten in Bemühung sich gegen die Sonne zu, die Neben-Planeten oder Trabanten aber gegen ihre Haupt-

Absolute und besondere Schwere.

Hauptplaneten, zu bewegen. Daß dergleichen Bestreben da seyn muß, ist daraus unwidersprechlich, weil sich sonst die Weltkörper nicht in krummen in sich selbst lauffenden Linien bewegen könnten, indem jede dergleichen Bewegung aus einer Vi centripeta und centrifuga begriffen werden muß § 138, 139.

§. 239.

Hauptumstände bey der Schwere.

Die wichtigsten Umstände, mit denen sich die Schwere äussert, sind folgende: 1) Die Directions-Linie der schweren Körper machet mit der Fläche des stehenden Wassers, und also mit der scheinbaren Horizontal-Linie, allezeit einen rechten Winkel. 2) Die Schwere richtet sich nicht nach der Figur oder nach der uns sinnlichen Grösse des Körpers, sondern nach der Menge der Materie. 3) Die besondere Schwere verändert sich in den Körpern nicht nur durch das Eindringen sinnlicher flüßiger und schwerer Materien, sondern in einigen auch bloß vermittelst des Feuers, indem sie geschmolzen oder calcinirt werden *. 4) Die absolute Schwere hat in allen Körpern einerley Geschwindigkeit, wenn und wiefern sie nur währendes Falles nicht aufgehalten werden. Z. E.

* Boerhave Chem. T. I p. 306 &c. Muschenbroek elem. phys. § 786 &c.

z. E. wenn man im Luftleeren Raume eine Pflaumfeder und ein Stück Gold oder Bley zugleich fallen lässet; so kommen sie zugleich auf den Boden. Im währendem Falle aber nimmt die Geschwindigkeit der fallenden Körper zu, davon die Bestimmung und der Grund schon § 140 2c. erklärt worden. 5) Von der Schwere der Weltkörper lehren die astronomischen Erfahrungen, daß sie sich bey ungleichen Entfernungen der Weltkörper von dem Puncte, gegen welchen sie gravitiren, so verhält wie die Qvadrate der Entfernungen umgekehrt, oder, welches gleichviel ist, daß das Bestreben der Schwere in den Weltkörpern in ratione directa der Massen, und in ratione reciproca der Qvadrate der Entfernungen ist*. Diese Eigenschaft ist nur an der Schwere der Weltkörper erweislich. Von der Schwere der Körper auf dem Erdboden lässet sich dieselbe nicht behaupten, und diejenigen, welche nach diesem Gesetze eine allgemeine Schwere der Körper gegen einander glauben, haben die Erfahrung wider sich, daß die Annäherung zu den größten Gebürgen kein hinlängliches und beständiges Kennzeichen an die Hand giebt, daß das Bestreben der Schwere in den Körpern dadurch verändert, oder wenigstens

* Newton philos. nat. princip. math. Lib. III propos. 2, 3.

stens nach dieser Regel eine anziehende Kraft dieser grossen Körper gespüret würde *. Sie beruffen sich zwar, um diesem Einwurfe auszuweichen, darauf, daß uns dieser Zug der Schwere nur nicht merklich würde, weil er durch den viel stärkern Zug der Weltkörper gegen einander verschlungen würde, oder weil die Körper aus so mannigfaltigen Theilen gemischet wären, in deren iedwedem die anziehende Kraft anders, als in dem andern, sey, daher die Wirkungen, die sie einzeln thun können, nicht merklich würden. Es kan aber dieses mit ihren eigenen Sätzen nicht bestehen, weil sie zu anderer Zeit ungleich kleinere Veränderungen, z. E. die Bewegung des Schaumes gegen die Wände eines Gefässes, die Inflexion des Lichtes u. s. w. von dem Zuge herleiten, welchen die Körper wegen einer wechselsweisen Schwere gegen einander ausüben sollen. Man siehet daraus, daß das erwehnte Gesetz der Schwere von den Körpern auf dem Erdboden unerwiesen ist, und daß zu denen bemeldeten Erfahrungen andere Gründe gesuchet werden müssen, davon einige § 207 angegeben worden.

§. 240.

Exempel einiger unrichtig angege-

Die schwereste Frage ist nun, was die Ursache der Schwere ist. Alle dießfalls vorge-

* Nollet phys. experim. T. II p. 274 &c.

vorgebrachte Meinungen zu beurtheilen, ist zu weitläuftig, weil sich die meisten selbst widerlegen. Z. E. die ehemals als ursprünglich erdichtete Leichtigkeit gewisser Körper, vermöge welcher sie in die Höhe steigen, gleichwie andere wegen einer ursprünglichen Schwere niedersinken sollen, gründet sich darauf, daß man nicht wahrgenommen, daß die in einem flüßigen steigenden Körper nur durch den Druck der flüßigen Materien, darinnen sie sich befinden, und welcher sich gegen alle Seiten ausbreitet, in die Höhe gedränget werden §. 173. Oder was denket man dabey, wenn sich einige bloß damit behelfen, daß die Schwere ein von Gott der Materie willkührlich anerschaffenes Bestreben sey; oder daß ihr ein gewisser Ort gleichsam eigenthümlich sey, daher sie nach demselben strebe, so lange sie sich nicht in demselben befindet? Denn, alles übrige zu geschweigen, überlege man nur, was vor ein Begriff von diesem Bestreben übrig bleibet, wenn nun ein Körper umgewandt wird, oder sich ein bewegter Körper beständig drehet, oder wenn man nach dem Copernicanischen Weltbau die beständige höchstschnelle Bewegung der Weltkörper darzu nimmt. Hier muß allemal das dem Körper zugeschriebene Bestreben beständig seine Direction ändern, und da man ihm doch ohne Noth keine Empfindung und

benen Ursachen der Schwere.

Verstand

Verstand zuschreiben darf § 41, auch nicht will; so ist gar kein Grund dazu vorhanden. Es hat auch die Schwere, weil der Terminus, dahin sie strebt, ausser dem Subject ist, dem man die Kraft zuschreiben will, gar nicht die Natur einer wahren Grundkraft Metaphys. § 74, 75. Eben so wenig ist damit etwas brauchbares gesagt, daß einige die Schwere mit der magnetischen Kraft verglichen, und die Erde als einen grossen Magneten angesehen haben, ohne zu erklären, wodurch die magnetischen Wirkungen selbst möglich sind, und wie die Ursache der Schwere auf ähnliche Art wirken könne.

§ 241.

Ob die Schwere eine anziehende Kraft ist.

So lange man die Untersuchung der Ursache der Schwere noch ausgesetzt seyn lässet; so kan man sich dieselbe mit gehöriger Einschränkung als eine anziehende Kraft, oder vielmehr als eine Gattung der anziehenden Kraft, vorstellen, welche die Körper unter einander haben. Doch muß man eingedenk seyn, daß man hiermit nichts mehr als eine bequeme Vorstellung des Effectes hat, daher man die anziehende Kraft nicht etwan vor eine physikalische, oder die Schwere vor eine der Materie wesentliche Eigenschaft, zu halten hat, welches auch Newtons Meinung nicht

nicht gewesen ist *. Es lassen sich vielmehr bey der Schwere ausser den allgemeinen Gründen wider die anziehende Kraft, wiefern sie eine physikalische seyn soll § 182 2c., noch besondere Gegenbeweise anbringen. Denn was soll einander anziehen? Vielleicht der Mittelpunct die dahin gravitirenden Körper? Allein der Mittelpunct ist, als ein Theil des Raumes, oder gar als ein blosses Abstractum, keiner Kraft fähig: zu geschweigen, daß er sich bey der Bewegung der Planeten selbst beständig verändert, daher kein Hauptplanete seinen Nebenplaneten anziehen könnte: Oder sollen alle Materien, und daher sonderlich die Weltkörper, einander wechselsweise anziehen, ungeachtet sich auch der eine nicht um den andern, als um seinen Mittelpunct beweget? Wenn dieses wäre, so müßten die Weltkörper bey einer beträchtlichen Annäherung einander in ihrem Lauffe stören und verrücken können, und was vor fürchterliche Theorien sind auf diese Einbildung schon wirklich gebauet worden! Die neuesten Observationen aber, welche man in Engelland selbst, wo man so viel auf die anziehende Kraft hält, angestellet hat, haben bewiesen, daß die Bewegung des Merkurs durch den nahe

* Optice Quaest. 31 p. 304. Princip. Lib. III. schol. gen. Siehe oben § 22.

nahe vorbeygegangenen Cometen 1744 nichts gelitten hat *, welches doch nach den Gesetzen der anziehenden Kraft hätte geschehen sollen, und daher auch von grossen Astronomen eine merkliche Störung seines Lauffes vermuthet worden war. Eben dieses, daß die Planeten dergleichen Attraction gegen einander nicht ausüben, wie das Newtonische System erfordert, hat Joh. Bernoulli auch dargegen erinnert, und die Sache durch Proben klar gemacht **. Man findet bey demselben hin und wieder überhaupt gar viele so wol allgemeine als aus der Erfahrung hergenommene Beweise gegen das Systema der Attraction, welche hier anzuführen zu weitläuftig sind, z. E. daß nach Newton von dem Umdrehen der Weltkörper, der Veränderung der Apsidum und gar vielen Umständen bey der Bewegung jener kein Grund angegeben werden könne, und sonderlich daß, wenn die Schwere von einer Attraction herkäme, die elementarischen Theilgen (und also auch die daraus bestehenden Weltkörper) in verschiedenen Entfernungen nicht nach dem Verhältnisse ihrer Oberflächen, sondern nach ihrer Solidität

* Hamburg. Magazin 1 B. 6 St. p. 192, aus der 473 Num. der philosophical Transactions.

** Pensees sur le systeme de Descartes, & nouvelle physique celeste, Tom. III opp. p. 164, 299, 327.

lidität, schwer seyn müßten, welches doch wider die Erfahrung ist. Z. E. bey Verdoppelung der Entfernung müßte die Schwere nicht bis auf den vierten, sondern bis auf den achten Theil abgenommen haben.

§. 242.

Die Schwere hat eine äusserliche Ursache, und auf wie vielerley Art man sich solches vorstellen kan.

Die Schwere muß demnach in einer äusserlichen Ursache, nemlich in der Wirkung einer andern Materie ihren Grund haben. Diese Materie ist entweder eine solche, welche sich in einer äusserlichen Bewegung befindet, und die schweren Körper gegen den Mittelpunct ihrer Gravitation fortstösset; oder sie befindet sich nur selbst in einer Pressung, und dränget die schweren Körper gegen den Punct ihrer Gravitation, vermöge der innerlichen thätigen Bewegungskraft ihrer elementarischen elastischen Theilgen. In diesem Falle also lieget die Ursache der Schwere in der Pressung einer Art von Aether § 184, 186.

Allgemeine Erinnerung wegen der schwermachenden Materien, die sich in äusserlicher Bewegung befinden sollen.

Will man das erstere, nemlich eine schwermachende Materie annehmen, die sich in äusserlicher Bewegung befindet; so kommt man entweder auf Widersprüche gegen andere erwiesene Sätze; oder wenigstens nimmt man eine Ursache an, welche schwerer zu begreiffen ist, als der zu erklärende Effect war, und zu welcher man selbst hernach in der Welt keine fernere Ursache siehet. Dieses streitet aber mit den Grund-

Regeln physikalischer Untersuchungen § 21, und es ist dargegen keine Entschuldigung, vorzugeben, daß man nicht weiter als auf die nächsten Ursachen gehen wolle. Denn die Möglichkeit der nächsten Ursache, die man annimmt, darf wenigstens nicht schwerer seyn, als die Sache, die erkläret werden soll § 32, 44. Doch wir wollen die wichtigsten Hypothesen, die dießfalls vorgebracht worden, genauer durchgehen.

§ 243.

Ob sich die Cartesianischen Wirbel zur Ursache der Schwere schicken.

Es gehören hieher 1) die sinnreich erdachten Cartesianischen Wirbel *, da sich um die Weltkörper eine subtile Materie beständig im Kreise bewegen und durch ihre viel schnellere Bewegung die Körper gegen den Mittelpunct ihrer Gravitation zu gehen nöthigen soll. Allein da die Wirbel bey ihrer Bewegung parallele Cirkel machen sollen: so folgte, wenn man gleich alles einräumte, doch daraus keine Schwere gegen den Mittelpunct der Erde, sondern nur gegen die Axe derselben; und gegen die Pole zu müßte die Schwere der Körper mit dem Horizonte einen spitzigen Winkel machen, welches der

* Die hieher gehörige Schriften siehe in Hrn. Prof. Sam. Christ. Hollmanns introduct. in univers. philos. T. II § 62 &c.

der Erfahrung zuwider ist. Es werden auch die Wirbel durch den Lauf der Cometen widerlegt, weil dieselben zum Theil sich in einer Richtung bewegen, welche derjenigen widrig ist, die der Wirbel haben soll, daher dieselben wider den Strohm schwimmen müßten. Diesem Zweifel hat Joh. Bernoulli durch gar unzulängliche Gründe auszuweichen gesucht *. Es ist 2) die Hugenische Hypothese unter denenjenigen berühmt, welche eine schwermachende Materie setzen, die sich selbst in einer äusserlichen Bewegung befindet. Nach Hugenio nemlich beweget sich die subtile Materie, welche die Schwere verursachen soll, in lauter größten Cirkeln, und gegen alle Gegenden, um den Welkörper herum, welche Cirkel einander durchschneiden, und dadurch alles, was in der Kugel, die sie formiren, begriffen ist, gegen den Mittelpunct zu treiben. Allein wenn die Cirkel einander in unzehligen Puncten durchschneiden; so werden auch die Bewegungen der flüßigen Materie einander entkräften und hemmen. Ja wenn die Theile der Materie nicht elastisch angenommen werden; so muß im kurzen eine ganz unbewegliche Sphäre daraus werden. Da alle Materie undurchdringlich ist; so kan eine solche von allen Seiten her geschehende Bewegung zugleich nicht statt finden.

Beurtheilung der Hugenischen schwermachenden Materie.

Ll 3 Dieser

* T. III Opp. p. 311 &c.

Dieser Schwierigkeit abzuhelfen, haben einige nur einen Strohm von Osten gegen Westen, und einen andern von Norden gegen Süden angenommen, und alle andere daraus erklären wollen *. Aber was kan aus zwey solchen Ströhmen weiter folgen, als daß bey dem Zusammenstossen jedes Theilgen eine zusammengesetzte Bewegung in einer Diagonale bekommt, wodurch die zwey Ströme selbst in dem folgenden Augenblicke aufhören müßten? Es scheinet auch, daß durch die ganze Hypothese keine andere als eine Spiral-Bewegung der Körper gegen den Mittelpunct der Erde begreifflich gemacht werden könne, dergleichen die Schwere doch nicht ist. Daß auch das zum Behuf seiner schwermachenden Materie von Hugenio erfundene Experiment aufs höchste nichts weiter beweisen kan, hat Herr D. Hamberger unwidersprechlich erwiesen **. 3) Joh. Bernoulli *** hat die Hypothese von den Cartesianischen Wirbeln auf eine scharfsinnige Art zu verbessern gesucht. Er behält zwar die Wirbel bey, leitet aber von denenselben weder die Bewegung der Weltkörper, noch die Schwere auf dem Erdboden

Beurtheilung der Bernoullischen Meinung von der Ursache der Schwere.

* S. Hrn. Prof. Hollmann l. c. § 64.

** Diss. de experim. ab Hugenio pro causa gravitatis explicanda invento, § 25. 28 &c.

*** Nouvelle physique celeste T. III opp.

den her. Die Bewegung des Wirbels, welcher die Hauptplaneten umtreibet, leitet er von der Drehung der Sonne um ihre Axe her, wodurch zugleich der mit ihr zusammenhangende Wirbel gedrehet werden soll. Eben so hanget die Bewegung der Wirbel um die Hauptplaneten von der Drehung derselben um ihre Axe ab. Die fortdaurende Bewegung selbst aber ist ein Effect von der bey der Schöpfung ihnen eingedruckten Bewegung, deren Grund nur in der Schöpfung und in dem Willen Gottes zu suchen ist; weil es der Calculus nicht gestattet, die Bewegung eines flüssigen Wirbels, wie ihn Cartes angenommen, vor den zureichenden Grund von der Bewegung der Planeten zu halten. Er schreibt der Bewegung des Wirbels nur zu, daß sie die Direction der Bewegung der Planeten nach und nach geändert, und dieselbe dadurch dem Aequatori genähert habe. Die Schwere aber leitet er von einem Torrente centrali, wie er ihn nennet, her. Dieser soll sich also erzeugen. Aus der Sonne fähret eine subtile Materie aus. Wo die Theilgen einer solchen Materie aus mehrern Himmelswirbeln einander begegnen, hängen sie sich zusammen. Gesetzt sie sind dadurch in Ruhe gekommen; so wird das dadurch entstandene Körpergen, so bald ein anderes Theilgen von neuem daran stösset, von denselben

ben mit proportionirlich verminderter Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt, und wiederum nach einer Sonne zu getrieben. Es soll aber auch ieder Hauptplanete seinen besondern Wirbel, und in seiner Mitten eine Art von einer kleinen Sonne haben, nemlich einen Hauffen von einer vollkommen flüßigen und siedenden Materie, welche dasjenige im kleinen leistet, was die Sonne im grossen thut. Hierdurch erzeuge sich gegen die Weltkörper ein Torrens centralis, welcher die Ursache der Schwere seyn und die dahin gravitirenden Körper gegen dieselben zutreiben soll. Eben dieser Torrens centralis soll auch das Drehen der Weltkörper verursachen, ungefehr auf die Art, wie das auffallende Wasser ein Mühlrad treibet. Denn der Weltkörper kommt auf der einen Seite dem Torrenti entgegen, indem er durch seine Vim centrifugam getrieben wird, auf der andern Seite aber ist er in Bestrebung davon zu fliehen. Ich kan ietzo nicht weitläuftig seyn, alles zu erzehlen, was wider die Hypothesin dieses berühmten Mannes einzuwenden ist. Z. E. könnte folgendes dienen. Nach seinem Systemate fehlet es an einer verständlichen Ursache vor die Cohäsion, vor die Elasticität § 230 rc., vor die Bewegung der Sonne selbst, welche aus einer völlig flüssigen Materie bestehen, und doch durch ihr

Drehen

Drehen den Wirbel mit sich herumführen soll, und selbst vor das Licht, welches nebst noch anderer Materie aus der Sonne ausfliessen soll. Er hält ferner seine subtilste Materie vor wirklich unendlich getheilet, die übrige aber, die doch aus jener zusammengesetzt seyn soll, nimmt er vor unendlich theilbar an, welches aber etwas widersprechendes ist, und eine Verwirrung der Theilung im physikalischen und mathematischen Verstande anzeiget § 66. Ueber dieses ist schon die in der Mitten der Planeten angenommene gleichsam kleine Sonne eine gar zu starke Erdichtung, und die Torrentes centrales, müßten auch, weil sie von allen Seiten herkommen sollen, einander eben so wohl hindern, als die Hugenische schwermachende Materie, ja es scheinet, daß sie unvermeidlich gar feste Kugeln um die Sonne und um die Planeten bey ihrer Annäherung formiren müßten, wenn man auch gleich ihre Körpergen so subtil annimmt, als die Gewalt, die ihnen zugeschrieben wird, und die Kleinigkeit der Theilgen, an denen man die Schwere noch antrifft, nur immer leidet. Ich erinnere nur noch, daß gegen alle von den ietzt erzehlten drey Haupthypothesen folgende allgemeine Gegengründe beweisen.

Allgemeine Gegengründe wider die erzehlten Hypothesen.

a) Weil sie zu der Ursache der Schwere eine lebendige Bewegung einer Materie annehmen, zu welcher Bewegung doch keine

fernere Ursache entweder angegeben werden, oder wenigstens nicht gründlich und zulänglich behauptet werden kan; so nehmen sie allerseits eine Ursache an, welche schwerer als die zu erklärende Wirkung selbst ist. b) Sie nehmen allerseits, um die Schwere zu erklären, eine krummlinichte Bewegung schon zum voraus an. Weil nun dergleichen Bewegung schlechterdings nicht ursprünglich seyn kan, sondern selbst erst aus einer vi centripeta und centrifuga begriffen werden muß § 138; die vis centripeta aber hier nichts anders als eine Schwere seyn kan: so wird hiermit eine Petitio Principii begangen. Diese Gründe werden hoffentlich gnug seyn, auch die zufälligen Veränderungen, mit welchen berühmte Gelehrte einer oder der andern der erzehlten Hypothesen eine bessere Gestalt zu geben suchen, zu beurtheilen. Es wird sich auch der Werth anderer Meinungen, welche eine Aehnlichkeit damit haben, darnach bestimmen lassen. Z. E. Stair * nimmt eine ursprüngliche Bemühung des Aethers sich im Cirkel zu bewegen an, dergleichen doch nicht möglich ist; und daraus suchet er die Schwere durch ungemein dunkle Begriffe herzuleiten.

§ 244.

* Physiologia nova experim. p. 245.

§ 244.

Die Schwere der Körper auf dem Erdboden kommt von dem Drucke des Aethers her, welcher die Erdkugel zusammendrücket, und die abgesonderten Körper zurückpresset.

Wir müssen demnach zusehen, ob wir nicht die Schwere aus dem Drucke und der Pressung einer sehr subtilen elastischen Materie also herleiten können, wie die § 239 erzehlten Umstände erfordern. Wir wollen zuerst nach der Ursache der Schwere der Körper auf dem Erdboden fragen. Die Luft ist die Ursache davon nicht, theils weil die Atmosphäre selbst schwer ist, theils weil die Körper auch im luftleeren Raume eben so wohl schwer bleiben, und die Luft vielmehr die Wirkung der Schwere in den fallenden Körpern aufhält. Gleichwohl muß die Schwere in dem Drucke einer elastischen Materie ihren Grund haben, welche vermuthlich völlig elementarisch ist, wiewohl es ietzo zur Hauptsache nichts thut, wenn man sich dieselbe auch anders vorstellen wolte. Es muß demnach dieselbe eine, oder mehrere darzu aufgelegte Arten vom Aether seyn § 184. Aus der Elasticität des Aethers aber lässet sich die Schwere in Ansehung der Körper auf dem Erdboden also begreiffen, welches man auch auf die Schwere der zu andern Weltkörpern gehörigen Materien wird anwenden können. Gott hat im Anfange bey der Schöpfung eine Menge Materie, welche zu einem Weltkörper gehören solte, zusammen und in Berührung gebracht. In den Zwi-

schen-

schenräumen aber zwischen den Weltkörpern hat er den Aether gestellet, und ihn, wie alle elastische Materien, in den Stand einer ihm widernatürlichen Zusammendrückung gesetzet § 98, 100, daher er sich auch, so weit es die Porosität anderer Körper erlaubet, darein überall eindringet. Weil nun alle Materie undurchdringlich ist; so werden die Weltkörper durch diesen Druck des Aethers nicht nur zusammengepresset, und erhalten, sondern es ist auch dadurch möglich, daß die Theile, welche durch eine zufällige Ursache davon abgesondert worden, gegen den Weltkörper zurückgepresset werden. Hieraus lassen sich die angeführten Umstände von der Schwere der Körper auf dem Erdboden folgendergestalt verstehen.

§ 245.

Wie daraus die perpendiculare Richtung der Schwere folget.

1) Es muß dieser Druck des Aethers die Körper just perpendicular an den Erdboden antreiben, weil dieses diejenige Direction ist, in welcher sich alle von der Seite her geschehende Pressungen nach den Gesetzen der zusammengesetzten Bewegung § 132 vereinigen.

Warum sich die Schwere nach der Menge der Masse richtet.

2) Dieser Druck muß um so vielmehr statt finden, je mehr der Körper undurchdringliche Puncte hat, und eben darum, weil er sie hat. Folglich wird die Schwere dadurch nicht verändert, daß wir den groben Körpern, durch deren Poros der Aether überall freyen Zugang hat,

hat, diese oder eine andere uns sinnliche Figur geben, sondern sie richtet sich nach der Menge seiner Masse. Denn man muß sich den Aether, welcher die Ursache der Schwere ist, als unbeschreiblich subtil vorstellen, dergestalt, daß er in die Poros auch der dichtesten Körper ungehindert eindringet, und daß die Fläche eines uns unmerklich kleinen, aber schweren, Theilgens in Ansehung seiner noch groß ist.

§ 246.

Wie sich die Schwere durch das Eindringen anderer Materien und durch Veränderung der Structur verändern kan.

Es lässet sich 3) begreiffen, wie sich die Schwere der Körper durch das Eindringen anderer Materien, und daher bey gewisser Veränderung der Structur der Theile des Körpers, verändern kan. Denn wenn ein schweres Flüßiges in die Poros eines Körpers eindringet, und nun mit ihm zusammenhängt; oder wenn ein Flüßiges andere schwere Körpergen mit sich dahinein führet, welche mit dem Körper im Zusammenhange bleiben, wenn das Flüssige wieder herauszugehen genöthiget wird: so ist klar, daß dieser Zuwachs an schwerer Materie nun mit dem Körper zugleich mitwiegen muß. Auf diese Weise werden Körper durch das eindringende Wasser schwerer. Weil nun die Atmosphäre ein Chaos ist, darinnen alle Arten von Körpergen sehr häufig schimmen; so können Körper die darzu beqveme Poros

haben,

haben, in freyer Luft schwerer werden. Sind aber die Pori in gewissen Körpern dergleichen fremde Materie anzunehmen noch nicht geschickt; so können sie vielleicht durch einen gewissen Grad vom Feuer, indem sie darvon durchdrungen, erschüttert und zu einer andern Structur gebracht worden, darzu tüchtig gemacht werden. Daher kan das Schmelzen eine Ursache werden, warum in einen Körper sich von denen in der Atmosphäre befindlichen, und bey gegebener Gelegenheit unendlich häufig herzueilenden Theilgen mehrere hineinziehen § 189 rc., wodurch sich sein Gewichte vermehret, welcher Ueberschuß ihm aber auch durch die Kunst wieder genommen werden kan, wenn durch heftigeres Feuer oder durch Beymischung anderer Materie die eingedrungenen Theilgen ausgejaget werden, und die Structur des Körpers sie von neuem aufzunehmen ungeschickt gemacht wird. 4) Die verschiedene Gravitas specifica der Körper richtet sich deswegen darnach, daß der eine Körper mehr oder weniger porös ist, als der andere, und daher vor den schwermachenden Aether in einem bestimmten Raume mehr oder weniger undurchdringliche Puncte hat, gegen welche derselbe wirken kan, und daß der Körper also das eine mahl mehr Materie hat, welche der Schwere fähig ist, als das andere mahl. Ob über

Worauf sich die unterschiedene Gravitas specifica gründet.

über dieses der schwermachende Aether auch wegen der Figur der kleinsten Theilgen eines Körpers das eine mahl mehr mechanisches Vermögen als das andere in seinem Drucke bekommen kan, will ich nicht untersuchen, weil es scheinet, daß, wenn auch solches statt fände, es uns doch nicht merklich werden würde. Ein besonderer Umstand hierbey ist noch, daß wir keinen Körper anders wägen und dessen Schwere beurtheilen können, als also, daß er schon in einem schweren Flüßigen, nemlich wenigstens in der Atmosphäre, schwimmet, welche auch noch einige Kraft behält, wenn wir sie durch Kunst noch so sehr verdünnet haben. Denn so viel verliert der Körper von seiner Schwere, so viel ein gleich grosses Volumen von flüßiger Materie wieget, in welcher er schwimmet § 173. Und ferner die Luft oder andere Materien, darinnen ein Körper gewogen wird, und welche ihn umfliessen, oder gar durchdringen, können nicht mit wiegen, so lange der Körper darinnen gewogen wird. Denn so stark z. E. die obere Luft herunter gedrücket wird, so stark drücket die untere hinauf. Daher hebt sich solches gegen einander auf, und man kan davon auf der Wage keinen Unterschied gewahr werden, so lange die Luft den Körper umgiebt. Gleichergestalt wenn wir einen Körper, durch welchen die Luft dringet, in der Luft wägen; so

so kan die Luft eben so wenig mit wiegen, als das Wasser mit wägen kan, wenn ein aus weiten Netzen von Drath bestehender Würfel im Wasser abgewogen wird. Hieraus folget auch, daß man auf die Gravitatem specificam, welche die kleinsten Theilgen eines Körpers haben, von derjenigen noch nicht schlüssen kan, welche man an den grössern Theilen desselben wahrnimmt. Es kan seyn, daß ein Körper in gewisser Zusammensetzung wegen seiner Pororum, und der Grösse des Raumes, den er nimmt, specifice leichter als ein anderer ist, obgleich die gnugsam kleinen Theile desselben schwerer, als die Theile des andern sind. Z. E. Holz und Schwamm sind in ihren kleinsten Theilen specifice schwerer als Wasser, und Zinn und Kupfer schwerer als Qveckfilber, obgleich jene Körper in grössern Massen auf diesen schwimmen § 196.

§ 247.

Wie die Schwere die Körper nach dem Erdboden zudrücket, und an ihn andrücket.

5) Weil die Gravitas specifica der Körper unterschieden ist; so steiget zwar der leichtere in einem Flüßigen von schwererer Art in die Höhe, weil er durch den Druck desselben von den Seiten hinauf gepresset wird. Es kan auch ein specifice schwereres Theilgen zwischen den Theilen einer leichtern Materie schwebend erhalten werden, wenn es klein genug und darzwischen ein-

eingeklemmet, oder in die Theile desselben verwickelt ist. Es mag sich aber doch ein schwerer Körper in der Atmosphäre befinden, wo er will, so wird ihn der Aether nach Proportion der Anzahl seiner undurchdringlichen Puncte herunter drücken, gleichwie er auch die ganze Atmosphäre selbst auf eben die Art zusammendrücket und beysammen erhält. Denn in der höhern Gegend ist der Druck des Aethers stärker, weil dessen dort mehr anzutreffen ist. Dahingegen näher um die Erde kan sich weniger von dem schwermachenden Aether befinden, weil sich daselbst andere Materien zugleich befinden, und gleichwohl iede Materie undurchdringlich ist. Denn ie näher man dem Erdboden kommt, desto dichter ist nicht nur die Luft, als die beständige Materie der Atmosphäre, sondern sie ist auch daselbst mit mancherley darinnen schwimmenden Materien desto mehr vermischet, und ferner wird die vom Aether unterschiedene Materie immer dichter, ie weiter man in den Erdboden hineinkommt. Der Druck des Aethers findet also näher gegen den Erdboden zu weniger Widerstand, und treibet demnach die Körper dahin: und wenn man sich die Atmosphäre in Gedanken, in Lagen oder verschiedene Gegenden abtheilet; so muß der Aether beständig aus der höhern Lage den Körper in die darunter gelegene fortdrü-

cken, weil in jener mehr Aether befindlich ist, und also der Aether daselbst ein grösseres Vermögen hat. Die niedrigere Gegend der Atmosphäre aber stellet in Vergleichung mit der höhern gewisser Massen einen festen Körper vor, durch dessen unbewegliche Theile der Druck, damit die Materie hinein gepresset werden soll, eben so einen mechanischen Vortheil erlanget, wie § 189 ꝛc. bey dem Eindringen des einen Körpers in den andern erkläret worden. Der Aether drücket also die Körper beständig gegen den Erdboden herunter, bis sie ihn berühren, und wenn sie ihn berühren, drücket er sie an denselben an. 6) Weil aber die thätige Kraft, mit welcher der Aether sie dahin treiben kan, in derjenigen Elasticität und Zusammenpressung lieget, welche alle ätherische Theile gemein haben, oder davon doch die zufälligen Unterschiede, wenn dergleichen sind, uns wegen der sehr grossen Subtilität des Aethers nicht merklich werden können; und weil auch der Unterschied der Druckkraft des Aethers in denen über einander liegenden Schichten bey nahe mit einerley beständigem Verhältnisse ab- oder zunehmen muß: so wird begreifflich, warum die absolute Schwere in allen Körpern einerley Geschwindigkeit hat.

Warum die Schwere in allen Körpern einerley Geschwindigkeit hat.

§ 248.

§ 248.

Wir kommen nun auf die Erklärung der Schwere der Weltkörper, welche sie gegen denjenigen haben, um welche ihre Bewegung geschiehet. Wenn nun diese Schwere die Vis centripeta ist, aus welcher nebst der Vi centrifuga ihr Umlauf erkläret werden muß; so lässet sich nicht anders beurtheilen, ob eine davon angegebene Ursache hinlänglich ist, als wenn man Acht hat, ob sich die Bewegung derselben bey Setzung einer angenommenen Ursache ihrer Schwere begreiffen lässet. Indem wir also dieses vornehmen, so muß eins und das andere von der Figur und Beschaffenheit der Weltkörper zum voraus angenommen werden, welches an seinem Orte weiter bewiesen werden wird. Zugleich aber muß Rechenschaft gegeben werden, warum die Schwere derselben zunimmt, wie die Quadrate der Entfernungen abnehmen, und auch umgekehrt, nemlich warum sie so abnimmt, wie diese zunehmen.

Wie die Erklärung der Schwere der Weltkörper anzugreiffen ist.

§ 249.

Die Bewegung der Planeten ist zweyerley, die drehende, vermöge welcher sie um ihre Axe gewälzet werden, und die fortschreitende, vermöge welcher sie in einer bestimmten Bahn und Zeit sich um einen andern Weltkörper bewegen. Wir

Hauptursache von der Bewegung der Weltkörper.

wollen zuerst auf die Hauptplaneten, hernach auf die Nebenplaneten, Achtung geben. Ich sage die sämmtliche Bewegung aller Planeten hat ihren Grund, eben so, wie alle Bewegungen der Körper, in zweyerley Ursachen § 20, nemlich in einer thätig wirkenden Bewegungskraft, und in ihrer Figur, als einem unwirksamen Existentialgrunde, Metaphys. § 79. Die thätige Ursache ist in der Elasticität des Aethers, und zugleich zum Theil in dem Stosse zu suchen, den er von der Sonne bekommt. Die erstere erzeiget sich deswegen wirksam, weil der Aether gleich vom Anfange von Gott in den Stand einer Zusammenpressung § 98, 100 eben in der Absicht gesetzt worden, damit dadurch eine natürliche Ursache gewisser lebendigen Bewegungen in der Welt entstünde. Die Figur der Planeten aber ist eine irreguläre Sphäroide, wie ich von der Erde, von welcher man auf die andern Weltkörper nach einer Analogie schlüssen kan, an seinem Orte weiter beweisen werde. Diese Sphäroide ist uns zu entdecken unmöglich. Sie muß aber also angenommen werden, daß sie von Gott also verfertiget worden, daß, wenn gleich die drückende Kraft des Aethers auf allen Seiten an sich von gleicher Grösse wäre, dennoch auf der einen Seite ihr mechanisches Vermögen beständig stärker ist, als auf der andern, weil die

Die thätige Ursache ist die Druckkraft des Aethers.

Wegen der Figur der Weltkörper ist sie stets auf einer Seite vermögender, als auf der andern.

die Winkel, unter denen er anstösset, auf der einen Seite grösser als auf der andern sind § 113. Ein solcher Unterschied des mechanischen Vermögens bleibet, indem sie sich drehen und fortbewegen, und die Sphäroide ist schon so eingerichtet, daß, wenn die Ursache der Bewegung, welche in der Ungleichheit der Winkel zu beyden Seiten lieget, an dem einen Orte untergehet, sie davor an einen andern Orte wieder von neuen entstehet. Man könnte sich dieses einigermaßen an einer Windmühle erläutern, da der Wind, indem er an dem einen Flügel sein mechanisches Vermögen verlieret, es an einem andern wieder bekommt, dergestalt, daß dadurch ein beständiges Drehen der Maschine bestimmet wird.

§ 250.

Der Himmelsraum ist mit Aether von unterschiedenem Vermögen erfüllet, wodurch gewisse Bahnen vor die Weltkörper bestimmet werden.

Ueber dieses verlange ich ferner, daß man den Himmel nicht als einen überall völlig homogenen Ocean von Aether ansehe, so daß alle ätherische Theilgen an allen Orten einander an Kraft völlig ähnlich wären. Man hat auch solches zu thun gar nicht Ursache. Da die ganze Welt, so weit sie uns bekannt ist, mit unbeschreiblich mannigfaltigen Arten von Geschöpfen gezieret ist, warum solte der grösste Theil des Raumes, der Himmel, mit völlig homogenen Substanzen angefüllet

 seyn?

seyn? Gott hat überall die Einrichtung der Welt nach seinen weisen Absichten gemacht. Wenn also, um den Lauf der Weltkörper, den er durch natürliche Ursachen bestimmen wollte, möglich zu machen, verschiedene Arten von Aether nöthig waren; so wird er sie auch gemacht haben, und wir sind berechtiget, derselben so viel anzunehmen, als die Auflösung der Umstände erfordert, die die Erfahrung an die Hand giebt. Es lehren schon die Erfahrungen vom Lichte, daß es mancherley und vielleicht unzehlige Arten vom Aether giebt. Ob nun wohl der daselbst erweisliche Unterschied, uns zur Erklärung der Bewegung der Weltkörper nichts nutzet; so kan er doch überhaupt zur Erläuterung dienen, daß man befugt sey, mehrere Arten des Aethers anzunehmen. Ich stelle mir deswegen den Himmel eben so, wie die ganze körperliche Welt, als eine aus mancherley Theilen künstlich und zweckmäßig zusammengesetzte Maschine vor. Ich bilde mir ein, daß verschiedene Gegenden, Lagen, Sphären oder Reyhen, wie man sie nennen will, sich darinnen befinden, da in der einen immer ein zum Drucke gegen die Weltkörper mehr vermögender Aether, als in der andern, gestellet ist, und da immer derjenige das grössere Vermögen einer Druckkraft von dieser Art hat, welcher in der von der Sonne weiter

ent-

entfernten Gegend anzutreffen ist *. Auf die Ursache, warum er zu diesem bestimmten Drucke vermögender ist, habe ich mich nicht einzulassen. Es sind vielerley Ursachen möglich, und es kan gleich gelten, welche davon die wahre ist. Vielleicht ist die von der Sonne entferntere Gegend mit einiger fremden Materie angefüllet, welche auch vielleicht aus der Sonne ausdünstet, und ob sie wohl selbst gegen die Sonne zu schwer ist, doch nur unter gewissen Bedingungen zurückfallen kan, und von dem Sonnenlichte immer zurück gestossen wird, so lange die Massen derselben noch nicht allzugroß sind. Wenn dieses wäre, so würde sie etwas mit dem Bernoullischen torrente centrali § 243 ähnliches verursachen, und durch ihre Bemühung zurückzukehren, die Planeten auf der Seite, welche von der Sonne abgekehrt ist, drücken, und gegen die Sonne zu neigen. Hingegen auf der andern Seite, welche der Sonne zugekehrt ist, findet dergleichen Druck nicht statt, weil diese Materie vielmehr daselbst im Begriff ist, sich von den Planeten zu entfernen. Es könnte aber auch seyn, daß der Aether in der höhern Gegend wirklich von stärkerer

Was die Ursache von dem mannigfaltigen Vermögen des Aethers in unterschiedenen Himmelsgegenden ist.

* Aehnliche Gedanken siehe in Joh. Bernoulli Pensées sur le systeme de Descartes. Tom. III opp. p. 154 &c.

Elasticität wäre. Der Fortbringung des Lichtes könnte dieses eben so wenig schaden, als eine mehr oder weniger zusammen gedrückte Luft deswegen ungeschickt wird, den Schall fortzupflanzen. Man wende auch nicht ein, daß die unterschiedene Elasticität in mancherley Gegenden verursachen müßte, daß die sämmtlichen elastischen Substanzen im kurzen ins Gleichgewichte und in Ruhe kämen. Es ist darauf schon § 186 geantwortet worden. Die Luft pflanzet den Schall fort, und das Wasser auch. Es soll aber unten erwiesen werden, daß das Wasser von sehr viel stärkerer Elasticität ist, als die Luft. Warum könnte also in verschiedenen Gegenden des Himmels nicht auch, dem Lichte und dessen Ordnung unbeschadet, der Aether von verschiedener Elasticität seyn. Weil der vermögendere Aether eben des Nachts über unserm Haupte wäre; so könnte vielmehr das schwache Sternenlicht dadurch etwa verstärket werden, eben so, wie man weiß, daß eine mehr zusammengedrückte Luft den Schall stärker machet. So viel Gott demnach Weltkörper gemacht hat, die sich bewegen solten, so viel besondere Gegenden des Himmels, die sich zu ihrer Bahn schicken, wird er auch gemacht, und ieden in die Gegend, die vor ihn die beqvemste ist, gesetzet haben. Vielleicht ist dieses mit eine Ursache, warum

die

die Weltkörper so sehr weit von einander stehen, damit vor die Bahn eines iedweden Raum genug da ist. Die Bahn eines ieden Hauptplaneten stellet gleichsam einen besondern Reiffen oder sehr grossen cylindrischen Ring vor. In dem weitern sind in grosser Entfernung die engern gesetzt, und da die Cometenbahnen eine andere Direction haben, und ihre Flächen mit der Fläche des Aequatoris grosse Winkel machen, daben aber ihre Bahnen sehr länglich sind; so können sie in den zwischen den Planetenbahnen leergelassenen Raum hinein- und herausgehen, und ihre eigene Bahn haben, ohne daß sie jene hindern. Doch davon ist ietzo noch nicht Zeit zu reden.

§. 251.

Erklärung der Schwere der Hauptplaneten gegen die Sonne. Wie sie gedrehet werden.

Nach Voraussetzung der ietzt angeführten Gründe lässet sich nun die Bewegung und zugleich die Schwere der Hauptplaneten gegen die Sonne, folgender Gestalt begreiffen. Weil die Erde, und eben so ein ieder Weltkörper, eine irreguläre und so künstlich verfertigte Sphäroide ist, deren Figur es so mit sich bringt, daß der ringsherum anstossende elastische Aether auf der einen Seite unter grössern Winkeln und also vortheilhafter stösset, als auf der entgegen gesetzten, wenn man nemlich die ganze Summe aller Pressungen zusammen nimmt; so muß er sie vom ersten Au-

genblicke an anfangen zu drehen, und wir wissen a posteriori, daß das Drehen vom Abend gegen Morgen geschiehet. Weil nun währendes Drehens diese Ursachen beständig von neuem entstehen, indem, wenn die eine Gegend die vortheilhafte Lage verlieret, eine andere sie davor wieder bekommt; so dauret es beständig fort. Man stelle sich ferner vor, daß die Sonne, indem sie Licht verursachet, den Aether in geraden Linien gegen die Weltkörper stößt. Weil dieser Stoß, nur die mittelste Gegend ausgenommen, wo er perpendicular ankömmt, auf beyden Seiten schräge antrifft; so ist in demselben ein Bestreben befindlich, die Erde seitwärts fortzuschieben. Ist nun die Sphäroide so künstlich gemacht, daß auch allemal auf der Halbkugel, welche der Sonne zugekehrt ist, die Summe des Druckes auf der einen Hälfte grösser, als auf der andern ist; so wird der Planete gegen die Seite, wo der Druck am schwächsten war, wirklich fortgeschoben. Denn wenn die Winkel, unter welchen der Aether anstossen kan, auf der einen Seite stets in der Hauptsumme grösser, als auf der andern sind; so muß die in dem schrägen Anstoß enthaltene Bestrebung zu einer Seitenbewegung nach Art eines Keiles wirklich in Bewegung ausbrechen, und den Körper fortschieben. Eben hierzu kan auch ein ieder Druck

Wie sie fortgeschoben werden, vermittelst der Sonne,

und vermittelst noch an-

Druck des obern und untern Aethers - vermittelst einer vortheilhaften Figur des Planeten beytragen, welches er auch ohne Wirkung der Sonne thun würde. Man merke hierbey wohl, daß ich die Wirksamkeit der Sonne hier nur soferne zu Hülfe nehme, wiefern sie leuchtet, nicht aber wiefern sie sich selbst drehet. Es gilt mir völlig gleich, und gehört hieher nicht, ob und in was vor Richtung sich die Sonne um ihre Axe beweget. Die Sonnenstrahlen wirken beym Fortschieben der Planeten, wie ein Keil, welcher die Körper auf die Seite nach der Gegend des schwächsten Widerstandes treibet, nicht aber wie eine Welle, welche vermittelst ausgehender Speichen etwas mit sich fortreisset. Indem also die Sonne hiermit den Planeten zu einer Seitenbewegung determinirt; so ist hiermit die zu ihrer fortschreitenden Bewegung nöthige Vis centrifuga gefunden worden. Wenn man nun ferner darzu nimmt, daß der in der höhern Gegend, über der von Gott bestimmten Erdbahn, befindliche Aether von grösserer Druckkraft ist, als derjenige, welcher sich in der Bahn selbst befindet; so lässet er die Erde aus ihrer Bahn nicht herausgehen, sondern drücket sie beständig gegen die Sonne zurücke. Hiermit wird demnach auch eine physikalische Ursache zu ihrer Vi centripeta, d. i. zu ihrer Schwere gegen die

deres Druckes des Aethers.

Widerlegung eines falschen Begriffes von der Wirksamkeit der Sonne.

Wodurch die Planeten bey der fortschreitenden Bewegung gegen die Sonne herunter gedrückt werden.

Warum sich die Planeten der Sonne nicht beständig weiter nähern.

die Sonne, begreifflich. Doch können dadurch die Weltkörper in dem folgenden Zeitpuncte der Sonne auch nicht mehr als in dem vorhergehenden genähert werden, so lange nicht eine neue Ursache dazu komt, dergleichen mit gewisser Einschränkung hernach behauptet werden wird. Denn ich setze, daß die Erde sich eben in einer solchen Bahn oder Gegend befindet, welche sich vor sie schicket. Und aus eben den Gründen, aus welchen sie in dem einen Augenblicke nur bis auf eine bestimmte Weite von der Sonne gleichsam hinunter gesunken war, kan sie auch in dem andern nicht tieffer hinunter sinken, so lange es nicht neue Ursachen erfordern.

§ 252.

Erklärung der Schwere der Nebenplaneten gegen ihre Hauptplaneten.

Warum sie ihrem Hauptplaneten folgen.

Mit einer kleinen Veränderung lässet sich nun auch die Bewegung der Nebenplaneten und ihre Schwere gegen den Hauptplaneten, um den sie sich bewegen, begreiffen. Man setze nur, daß die Nebenplaneten auf oder in der Atmosphäre des Hauptplaneten schwimmen. Unter der Atmosphäre verstehe ich hier nicht eben einen groben Dunstkreis, sondern einen Luftkreis, er sey mehr oder weniger homogen; oder überhaupt eine flüßige subtile Materie, welche einen Weltkörper umgiebt, gegen ihn schwer ist, und mit ihm zusammenhängt. Daß einige der Erdatmosphäre eine gar geringe Höhe zuschreiben, in

in welchem Falle freylich der Mond nicht darauf schwimmen könnte, beruhet auf untüchtigen Beweisen, und soll an seinem Orte widerlegt werden. Demnach hänget der Nebenplanete mit seinem Hauptplaneten vermittelst der Atmosphäre des letztern zusammen, und wird an ihn von dem Aether angedrücket, weil der Aether über ihm ganz rein, oder doch reiner als unter ihm, ist, und also jener mehr Vermögen hat, und mit dem Ueberschusse seines Vermögens ihn herunter drücket. Der Nebenplanete ist also hiermit schwer gegen den Hauptplaneten. Weil er mit ihm zusammen hängt; so bewegt er sich auch mit ihm, indem dieser fortrücket, und kan ihn nicht verlassen, weil er durch den Aether stets angedrücket wird. Wenn nun der Nebenplanete eine darzu beqvem verfertigte Sphäroide ist, wie ich setze; so kan er sich eben so wohl, wie vorhin von dem Hauptplaneten begreifflich gemacht worden, so wohl um seine Axe drehen, als fortrücken, und seine eigene fortschreitende Bewegung haben. Denn er wird rings herum vom Aether gedrückt. Wenn er sich also z. E. von Abend gegen Morgen bewegen soll; so darf nur die Sphäroide so seyn, daß wegen der Figur des Körpers und der davon abhangenden Grösse der Winkel des Anstosses, die Pressung des Aethers gegen die gegen Abend gekehrte Halbkugel an den gehörigen Orten allezeit

Wodurch sie gedrehet werden und fortschreiten.

allezeit grösser ist, als gegen diejenige, welche sich gegen Morgen kehret. Was ferner seine fortschreitende Bewegung betrifft; so kan dieselbe durch zweyerley Ursachen befördert werden. Man stelle sich erstlich die beyden Hemisphæria vor, deren das eine gegen den Hauptplaneten zu, das andere aber von ihm abgekehrt ist. Es ist auf allen beyden möglich, daß wenn sich der Planete von Abend gegen Morgen bewegen soll, der Druck des Aethers und der Atmosphäre auf der gegen Abend sich kehrenden Helfte stärker und vermögender, als auf der gegen Morgen ist, daherdurch beyde Ursachen zusammen der Nebenplanete fortgeschoben wird. Zugleich aber erfolget hieraus dieses, daß die Bewegung desselben in der Conjunction und Opposition mit der Sonne geschwinder ist, als in den Qvadraturen, welches auch die Erfahrung bestätiget*. Denn in der Conjunction wirken die Sonnenstrahlen vermögender gegen die Hälfte, die sich nach der Sonne zukehret. Und in der Opposition leidet die von dem Hauptplaneten weggekehrte Hälfte den Druck des Aethers aus der höhern Gegend, welcher vermögender ist, als der weiter hinab befindliche. Ferner wird auch schon eine fortschreitende Bewegung der Nebenplaneten durch das Drehen des Hauptplaneten um seine Axe deter-

Warum ihre Bewegung in den Syzygien geschwinder ist, als in den Qvadraturen

Wie das Drehen der Hauptplaneten eine fortschreitende Bewegung

*Jo. Bernoulli Tom. III opp. p. 168.

determiniret. Denn indem dieses geschiehet, so muß sich seine Atmosphäre mit drehen, folglich auch der Nebenplanete, welcher auf derselben, oder in derselben schwimmet. Doch kan er aus diesem Grunde seiner Festigkeit und Schwere wegen der drehenden Bewegung des Hauptplaneten nicht mit der Geschwindigkeit folgen, wie die Atmosphäre selbst, daher er etwas zurück bleiben muß. Demnach lässet sich schon hieraus ein Zurückbleiben des Mondes begreiffen, wiewohl es scheinet, daß die erstere Ursache bey der fortschreitenden Bewegung desselben das Hauptwerk ausmachet. Wenn demnach um einen Hauptplaneten sich mehrere Nebenplaneten herum bewegen; so lässet sich von der physikalischen Ursache ihrer Schwere und Bewegung Rechenschaft geben, wenn man mehrere an Druckkraft ungleiche Gegenden in der Atmosphäre der Hauptplaneten annimmt, und dabey setzet, daß ieder Nebenplanete eben in die Gegend gesetzet worden, die sich vor ihn schicket.

der Nebenplaneten bestimmet.

Wie mehrere Nebenplaneten sich um einen Hauptplaneten bewegen können.

§ 253.

Um das bisherige deutlicher zu machen, will ich noch folgende Erinnerungen beyfügen. 1) Nach der ietzt gegebenen Erklärung siehet man auch einen physikalischen Grund von der Bewegung der Sonne selbst ein. Denn man darf sich nur vorstellen,

Fernere Erläuterung des vorigen. Wodurch das Drehen der Sonne um ihre Axe möglich ist.

stellen, daß der ungeheuere Sonnenkörper ebenfalls fest ist, und das Leuchten vermittelst so entsetzlich grosser Feuermeere verrichtet, daß uns nichts von dem festen Theile desselben merklich werden kan. Wenn demnach der Sonnenkörper, wiefern er fest ist, ebenfalls eine solche Sphäroide ist, welche so eingerichtet worden, daß die Summe des Druckes von dem umliegenden Aether auf der einen Seite der Figur wegen ein grösseres mechanisches Vermögen hat, als auf der andern Seite; so wird sich auch die Sonne dadurch um ihre Axe drehen müssen. 2) Man bedenke die Nothwendigkeit, die Figur der Weltkörper unter die Ursachen ihrer Bewegung zu zehlen. Denn erstlich schickt sie sich darzu, weil unstreitig alle Bewegung der Körper aus einer thätigen Kraft und aus der Figur begriffen werden muß. Ferner wenn man sie nicht darunter rechnet; so kömmt man in der Naturlehre niemals einen Schritt weiter, sondern man muß zur Erklärung der Weltkörper unerklärliche und doch vermeidliche Qualitates occultas annehmen, man nehme sie auch an, wie man will, und ein ordentlich denkender Verstand wird solches allezeit empfinden. Endlich da unzehliche Gründe und sonderlich die Ordnung in dem Baue der thierischen Körper und der Pflanzen unwidersprechlich lehren, daß die Erdkugel von Gott selbst im Anfange

Daß die Figur der Weltkörper nothwendig unter die Ursachen ihrer Bewegung gehöret.

fange mit ordentlich gebildeten Geschöpfen besetzt worden ist; wer will zweifeln, daß er auch das Wohnhaus vor dieselben zu der Zeit selbst zugerichtet hat, da er diese erschuf? Die Bildung der Weltkörper gehöret mit unter die ersten Gründe, wodurch die natürlichen Begebenheiten möglich werden. Was soll man demnach von denenjenigen denken, welche dieselbe nicht der Allmacht und dem weisen Rathschlusse Gottes zugeschrieben wissen wollen, sondern zu ihrer Bildung selbst erst natürliche Ursachen suchen, welche nothwendig so seichte herauskommen müssen, wie sie wirklich sind? Es ist daher vergeblich, daß bisher so viele Gelehrte die Figur der Erde aus ihrer Bewegung, und sonderlich aus der Drehung um ihre Axe, haben herleiten wollen. Denn sobald sie sich dieses zu thun bemühen; so ist zur Bewegung der Erde selbst keine natürliche Ursache mehr übrig gelassen. Ich will zwar nicht leugnen, sondern man begreiffet es vielmehr leichte, daß nach einer schon fest gesetzten Figur gewisser Theile der Erdkugel, und welche zu der Umdrehung derselben hinlänglich ist, auch von dem durch jene determinirten Drehen die Figur gewisser anderer Theile, oder auch gewisse Begebenheiten auf der Erde, abhangen können. Z. E. wenn man einräumen will, daß das Wasser um den Aequatorem etwas höher

stehet, daß die Körper daselbst etwas leichter werden u. s. w. Allein dieses selbst würde nicht erfolgen können, wenn nicht in der Figur der Erde allererst ein Grund zu ihrer Umdrehung läge.

§ 254.

Dreyerley Stücke, worauf zu sehen, wenn die Figur der Erde vor eine Ursache ihrer Bewegung gehalten wird.

3) Um aber diesen Grund zur Bewegung der Erde, welcher in ihrer Figur zu finden ist, recht einzusehen, hat man auf drey Stücke Achtung zu geben. Das erste ist die Abweichung ihrer Figur von der Sphäre im grossen, z. E. ob sie überhaupt zu rechnen eher mit einer länglichen oder breiten Sphäroide zu vergleichen, und also eher Citronen- oder Pomeranzen-förmig zu nennen ist. Das andere ist ihre Abweichung von der Sphäre in kleinern Stücken, dabey die Höhe gewisser Länder und die ungeheuern Gebürge in Obacht zu ziehen sind. Es werden davon Proben im 2 Theile Cap. III und IV angeführet werden. Endlich muß man auch den Grund des Meeres selbst dabey in Erwägung ziehen. Denn der Aether wirket, wie durch die Atmosphäre, also auch durch das Wasser hindurch. Und ob er wohl darinnen in geringerer Menge, als in den Himmelsgegenden vorhanden ist; so hindert doch dieses nicht, daß er sein Vermögen nach Beschaffenheit der Fläche ausübet, an welche er anstösset. Wenn man die

Ob die Bewegung der

die Grösse der Erdfläche bedenket; so wird man wohl nicht fürchten, daß die Veränderungen, welche die Menschen hier und da machen, ihrer Bewegung Eintrag thun können. Eben so wenig hat man es von den verschiedenen Witterungen zu besorgen. Was aber die allzugrossen Veränderungen der Erdfläche betrifft, davon wir an seinem Orte einige anführen werden; so muß man sein Vertrauen auf die göttliche Vorsorge setzen, welche so gewiß ist, als wir selbst sind, und glauben, daß, so lange Gott den gegenwärtigen Bau der Welt erhalten will, er auch keine Veränderungen verhängen wird, welche der Ordnung, welche fortdauern soll, nachtheilig sind, und daß, wenn er dergleichen an einem Orte geschehen lässet, er die nachtheiligen Folgen davon an einem andern Orte wieder aufhebet. So viel aber ist gewiß, daß die Bewegung der Weltkörper unordentlich werden müßte, so bald Gott in der Zusammenpressung des Aethers, welcher den Himmelsraum erfüllet, wichtige Veränderungen verursachte, und man siehet daraus, daß auf der Erhaltung derselben die Erhaltung der Welt beruhet. Die flüßigen Theile, nemlich die Luft und das Meer, würden davon am ersten gewaltig beweget werden. Und ist es nicht dergleichen, was uns die heilige Schrift als

Erde durch zufällige Ursachen von der Veränderung ihrer Figur verändert werden kan.

Vorboten von dem Ende der Welt vorhergesaget hat * ?

§ 255.

Die Abweichung der Erde von der Sphäre ist in dem heissen Erdstriche am grösten.

4) Weil die Sonne am meisten gegen den heissen Erdstrich wirket, und wegen der Schiefe der Winkel gegen die Pole zu ihr Vermögen endlich ungemein schwach wird; so muß auch die Abweichung von der Sphäre, wodurch die Erde zu ihrer Bewegung geschickt gemacht wird, am meisten in dem heissen Erdstriche gesuchet werden, und in den Ländern, welche nicht allzufern davon sind. Und eben da nimt man auch die merkwürdigsten Ungleichheiten der Fläche wahr. Meine Meinung hindert folglich nicht, daß die Erdkugel gegen den Nordpol einer regulären Sphäroide ganz nahe kommen kan. Ferner 5) da sich die Erde um ihre Axe ungefehr 27 mal so geschwind, als der Mond, drehet; so muß die Figur der Erde von der Sphäre mehr abweichen, als die Figur des Mondes. Vielleicht würde uns also die Erde, wenn wir in den Mond gestellet würden, nicht so rund erscheinen, als uns auf Erden der Mond vorkömmt, wiewohl man schon an demselben Abweichungen von der Sphäre wahrzunehmen scheinet.

Die Figur der Erde weichet mehr von der Sphäre ab, als die Figur des Mondes.

* Luc. XXI, 25.

§ 256.

6) Von der Richtung der Axe der Weltkörper, welche sie bey ihrem Läuffe haben, und von dem Winkel, den sie mit der Fläche ihrer Bahn machet, hat man nicht nöthig besondere physikalische Ursachen wissen zu wollen, ehe man die vorgetragene Meinung annehme. Denn sie muß ihren Hauptgrund in den Absichten des Schöpfers haben. Die mannigfaltigen Lagen und Arten des Aethers aber, welche er, als die physikalischen Ursachen, dazu gebrauchet, sie zu bewirken, sind uns zu entdecken unmöglich; daher es uns, wenn wir der Vernunft nicht absagen wollen, gnug seyn muß, die Möglichkeit ihrer Bewegung nur überhaupt aus verständlichen Ursachen zu begreiffen. Z. E. daß sich die Erde nicht in dem Aequatore, sondern in der Ecliptik, beweget, verursachet, daß ein viel grösserer Theil derselben beqvem bewohnet werden kan. Daß der Mond gegen Norden und Süden über die Ecliptik herauf und hinunter steiget, kommt der Erde zur Erleuchtung der langen Winternächte sehr wohl zu statten. Unterdessen ist es glaublich, was Joh. Bernoulli setzet, daß der wichtigste physikalische Grund darzu in dem Mittelpuncte der Schwere, oder, wenn man ihn lieber so nennen will, in dem Centro Inertiae der Weltkörper lieget.

Ob man die Richtung der Axe und der Bahn der Weltkörper aus determinirten physikalischen Ursachen erklären muß.

Ein physikalischer Grund davon liegt darinnen, daß der Mittelpunct der Schwere nicht in dem

Mittelpunct der Grösse lieget.

lieget*. Denn wenn sich dasselbe nicht in dem Mittelpuncte der Grösse befindet; so wird die Axe allezeit durch den Druck des Aethers eine gewisse Inclination gegen die Fläche der Bahn bekommen. Er bemerket dabey, daß der Planete Venus vor andern das sonderbare hat, daß sich die Inclination seiner Axe gegen die Fläche der Bahn bey jedem Umlauffe verändert, und daß bey andern Planeten die vom Newton wahrgenommene, obwohl geringe, Nutatio oder Libratio, wenn sie wahr ist, etwas dergleichen seyn könne. Es scheinet, daß hierzu der Grund in einer solchen in den Planeten vorgehenden innerlichen Bewegung lieget, wodurch der Mittelpunct seiner Schwere verrücket wird.

§ 257.

Ob es der Bewegung der Weltkörper nachtheilig ist, wenn der Himmelsraum mit der dichtesten Materie erfüllet ist.

7) Die Liebhaber des leeren Raumes können es nicht vertragen, wenn man setzet, daß der Himmel von der allerdichtesten elastischen Materie voll sey. Denn sie meinen, eine solche Materie müßte die Bewegung der Weltkörper schwächen, und gar bald aufheben; nemlich weil sie denenselben eine von mechanischen Ursachen gar nicht abhangende Bewegung andichten. Hierdurch werden alle verständliche Erklärungen natürlicher Begebenheiten aufgehoben. Denn wenn die materiellen Theilgen,

* Jo. Bernoulli T. III opp. p. 323, 324.

gen, die in einander wirken, zerstreuet sind, und einander nicht mehr berühren; so bleibt auch von ihrer Wirkung kein vernünftiger Begriff mehr übrig. Und ich sehe nicht, wie solche Weltweisen die Irrthümer abergläubischer Leute widerlegen wollen, welche unfähigen Dingen die seltsamsten Kräfte andichten. Denn können sie nicht die Annehmung ihrer eben so unerweislichen als unbegreifflichen Meinungen mit eben so viel Grunde verlangen? Ich hoffe aber bisher begreifflich gemacht zu haben, daß die Dichtheit des Aethers die Bewegung der Weltkörper nicht hindert, sondern daß sie mit Zuziehung der Figur derselben eben die Ursache dazu ist.

Allgemeine Erinnerung, daß die Dichtheit der Materie daselbst nicht brauchet am geringsten zu seyn, wo man einen Körper mit dem geringsten Widerstande durchhin bewegen kan.

Wir betrügen uns in der Beurtheilung der Dichtheit der Materien nur allzu oft, und daher ist es gekommen, daß man die Theile der Atmosphäre, und noch mehr die Theile der Materie, die den Himmelsraum einnimmt, einander nicht mehr hat wollen berühren lassen. Das Vourtheil entspringet daher, daß man gemeinet hat, es sey daselbst nicht viel Materie vorhanden, wo man einen Körper ohne merklichen Widerstand bewegen kan. Man solte aber bedenken, daß das letztere seinen Grund auch darinnen haben kan, daß die bey der Bewegung nachschiessende Materie uns selbst zu statten kommt, und weil sie zuvor der gegendrückenden Materie an

Kraft gleich, oder bey nahe gleich, war, eben dadurch verursachet, daß wir einen Körper mit geringer Kraft bewegen können, eben so, wie eine geringe Kraft ein grosses Gewichte an einer Wage heben kan, wenn ein eben so grosses in der andern Wageschale dargegen liegt. Warum will man nun diese so verständliche Möglichkeit nicht annehmen, da sich doch ohne die unbeschreibliche Subtilität und Dichtheit des Aethers von den Begebenheiten in der Natur nicht Rechenschaft geben lässet, und unter ja und nein doch nothwendig eins wahr seyn muß? Wir haben die zerstreuten leeren Räume § 76 ꝛc. nicht sowohl in der freyen Luft, noch weniger zwischen den Theilen des Aethers, zu suchen, als vielmehr in den Poris der groben und festen Körper. Denn diese können leichte so seyn, daß keine Luft und auch kein Wassertheilgen hinein kan, daß sie auch wohl der Aether in den kleinsten Ecken nicht ausfüllen kan. Weil sich nun aber der Aether am leichtesten vertreiben lässet, indem er seiner Subtilität wegen den Ausgang am leichtesten findet, und doch der stossenden Ursache allezeit ein anderer Druck des nachschiessenden Aethers hülfreiche Hand leistet; so können sich mancherley Materien in den groben Körper leichter hinein begeben, als sie sich in der freyen Luft zerstreuen. Dieses bestätigen unzehlige, ja alle

Die zerstreuten leeren Räume sind nicht so wohl im Aether und Luft, als in den groben und festen Körpern zu suchen.

alle Erfahrungen, wie im folgenden weiter erhellen wird. Z. E. das Feuer dringet viel häufiger in grobe Körper, als es sich in der Luft ausbreitet, und wer leugnen wolte, daß es nicht durch einen Stoß eingetrieben würde, der hübe ohne Ursache alle Regeln physikalischer Untersuchungen auf.

§ 258.

Es können zu der Bewegung der Weltkörper auch noch specialere und zufällige Ursachen etwas beytragen.

8) Durch die vorhin erklärten Hauptursachen von der Bewegung der Erde und anderer Weltkörper wird deswegen nicht geleugnet, daß auch noch specialere oder zufällige Ursachen darzu beytragen können, Z. E. einige sind darauf gefallen, daß das Meer, indem es in dem heissen Erdstriche mit Gewalt von Morgen gegen Abend fortschiesset, das untere Gewässer dadurch von Abend gegen Morgen treibe, und daß dadurch die Erde gedrehet werde. Ich sage, es kan seyn, daß diese Bewegung eine beyhelfende Ursache von der Drehung der Erde ist, ob ich sie gleich als die Hauptursache nicht einräumen kan. Es verstehet sich auch leichte, daß in der Dichtheit und Grösse der Weltkörper ein Grund liegt, warum sie leichter oder schwerlicher bewegt werden können, und daher auch ieder an seinen beqvemsten Ort hat gesetzt worden müssen. Denn eine grössere Masse brauchet allezeit eine grössere Ursache, wenn

sie bewegt werden soll, gesetzt auch, daß sie gar nicht schwer wäre § 85.

§ 259.

Warum sich die Planeten in einer elliptischen Bahn bewegen.

Nun lässet sich ferner, wenn man auf die beschriebene Weise die Ursache der Schwere der Weltkörper in der Druckkraft des Aethers, die Ursache ihrer Bewegung aber in dieser und der Figur zugleich suchet, eine begreiffliche physikalische Ursache angeben, wodurch die elliptische Bewegung derselben möglich ist. Die Einrichtung selbst aber, daß die Bewegung hat elliptisch seyn sollen, muß ihren Grund in den göttlichen Endzwecken haben. Nemlich nach meinem Lehrgebäude findet eben eine solche Oscillation der Weltkörper statt, wie nach dem Bernoullischen *, obgleich die wirkenden Ursachen anders sind. Man setze, daß die verschiedenen Gegenden, darinnen der Aether mit zunehmender Entfernung von der Sonne immer eine grössere Druckkraft hat, und unter welchen ieder Planete von Gott in diejenige gesetzt worden, die sich vor ihn schicket, Cirkelrund sind, z. E. B D E B (fig. 39). Denn diese Figur scheinet der Natur am gemässesten zu seyn, damit die drückenden Theile einander selbst in Ruhe halten. Man stelle sich nun vor, daß im Anfange der Planete in eine höhere Gegend über seine Bahn gesetzt gewesen, z. E.

* T. III opp. p. 159.

z. E. in A, so daß er seiner Schwere wegen gegen die Sonne zu mit einer zunehmenden Geschwindigkeit hat fallen müssen, ehe er in die Bahn gekommen, welche ausserdem ihm die proportionirteste ist. Man könnte sich die Sache auch also gedenken, daß der Planet im Anfange durch eine göttliche Thätigkeit aus seiner Bahn heraus und in die Höhe, d. i. weiter von der Sonne hin z. E. in B A gestossen worden, daher er in seine Bahn mit einer beschleunigten Bewegung zurückzufallen angefangen. In beyden Fällen folget, daß hiermit eine lebendige Bewegungskraft erzeuget worden, welche nicht ohne Wirkung seyn kan. Ihre Wirkung aber muß darinnen bestehen, daß der Planete nicht in seiner Bahn bleibet, sondern tiefer gegen die Sonne seine Bewegung fortsetzet, ob er wohl durch die Strahlen derselben zurückgestossen wird, und ausser dieser zufälligen Ursache durch dieselbe in seiner Bahn B D E B beständig erhalten werden müßte. Weil sich nun der Planete zugleich drehen und fortrücken muß, der obigen Gründe wegen § 251; so nähert er sich der Sonne im währenden Lauffe, und hiermit fällt er gegen dieselbe. Man setze, daß zu der ganzen Vollendung dieses Effectes die Hälfte seiner Bahn erfordert wird; so nähert er sich der Sonne in Durchlauffung der halben Bahn z. E. bis in

in P. Weil er sich nun hiermit wiederum in einer Gegend befindet, wo er stärkern Druck leidet, als daß er in demselben Kreise bleiben könnte, weil er nemlich hier durch die dichtern Sonnenstrahlen zu sehr zurückgestossen wird, wie er in A durch die stärkere Druckkraft des Aethers herunter gestossen wurde: so kan er in derselben nicht bleiben, sondern er wird nach und nach wiederum in seine Bahn währendes Lauffes hinauf getrieben. Hiedurch aber erzeuget sich von neuen eine lebendige Bewegung, welche ihren Effect haben muß, und welcher in nichts anders bestehen kan, als daß sich der Planete über seine Bahn nach und nach erhebet, und vermöge derselben im Stande ist, die Druckkraft des höhern Aethers, die ihm sonst zu stark seyn würde, zu überwinden. Weil nun die Effecte und Ursachen, ingleichen die Actionen und Reactionen, einander stets gleich bleiben müssen: so muß sich der Planete wiederum völlig oder bey nahe bis in den Punct A erheben. Mithin wird seine Bewegung elliptisch, und weil hiermit die Ursache der Oscillation stets von neuem entstehet; so muß sie es auch bleiben. Diese elliptische Bewegungen der Weltkörper lassen sich einiger massen durch die conischen Schwingungen der Penduln erläutern, welche, wenn ihnen ein gehöriger Grad der Geschwindigkeit gegeben worden, ebenfalls elliptisch

elliptisch werden *. Die Erläuterung muß darinnen bestehen, daß hier ebenfalls die cirkelförmigen Schwingungen durch den Druck äusserlichen Ursachen in elliptische verwandelt werden, obwohl sonst die Ursachen und die Art zu wirken anders sind.

§ 260.

Erläuterungen. Wiefern sich die Planeten in Spirallinien der Sonne nähern können.

Hierbey ist noch ferner folgendes zu bemerken: 1) Der Planete kan nur wieder völlig bis zu seiner vorigen Erhöhung in A über seine Bahn steigen, wenn der bewegenden Kraft bey seinen Oscillationen durch keinen Widerstand etwas abgehet. Dergleichen muß aber seine Inertia allerdings verursachen, und wenigstens wäre die Inertia metaphysica gewiß § 86. Demnach folgte vielleicht hieraus, was der berühmte Herr Professor Euler behauptet **, daß sich die Planeten der Sonne in Spirallinien beständig etwas näherten, ob es wohl sehr wenig beträgt. Doch gienge es nach meinen Grundsätzen nicht an, daß sie, so lange der ietzige Himmelsbau erhalten wird, iemals

* Jo. Bernoulli Tom. III opp. p. 169 &c. Gravesand Phys. elem. mathem. Lib. I C. 23 p. 179 &c. edit. 3.

** v. Opuscula varii argumenti, diss. de relaxatione motus planetarum pag. 246 &c.

mals in die Sonne fallen könnten. Denn so bald der Punct A in die wahre Bahn des Planeten herunter rückte; so würde die Ursache der Oscillation aufhören und auch keine fernere Näherung gegen die Sonne möglich seyn. 2) Wenn man se-

Wodurch die Bewegung der Apsidum möglich ist.

tzet, daß die periodische Zeit eines Planeten der Zeit zweyer Oscillationen nicht völlig gleich ist, sondern, daß er seinen Umlauff etwas eher, als zwey seiner Oscillationen, vollendet; so begreiffet man mit dem Hrn. Bernoulli *, wie die Bewegung der Apsidum nach der Ordnung der himmlischen Zeichen möglich ist. Denn es würde sodann das Aphelium, welches nach dem ersten Umlauffe in A gewesen, nach dem andern oder irgend einem der folgenden in a seyn.

§ 261.

Warum sich die Erde, wenn sie der Sonne nahe ist, geschwinder beweget.

Weil die Sonne durch den Stoß ihrer Strahlen eine von den Hauptursachen der fortschreitenden Bewegung der Erde ist; und diese Ursache nothwendig stärker muß wirken können, wenn die Sonne näher ist, weil alsdenn das Licht dichter ist, und auch binnen einer gesetzten Zeit mehr Stöße hinter einander geschehen § 130; so muß sich die Erde geschwinder bewegen, wenn sie näher bey der Sonne, als wenn sie weiter davon hinweg ist. Nach der Kep-

lerischen

* l. c. p. 162.

lerischen Regel *, welche die Erfahrung bestätiget hat, geschiehet dieses also, daß der Radius, welcher aus dem Mittelpuncte der Sonne in den Mittelpunct des Planeten gezogen wird, bey seiner Fortbewegung solche Areas beschreibet, welche den Zeiten proportional sind. Z. E. wenn man die ganze Aream, welche die Erde mit ihrem elliptischen Lauffe beschreibet, in Triangel von gleichem Inhalte eintheilet, deren Spitze sämtlich in dem Mittelpuncte der Sonnen ist; so werden die Bases dieser Triangel allesamt in gleichen Zeiten durchwandert. Newton hat auch die Nothwendigkeit der Regel geometrisch erwiesen, daß, wenn einmal ein Körper von der rechtlinicht fortgehenden Bewegung durch eine Vim centripetam zurückgezogen, und dadurch um einen unbeweglichen Mittelpunct im Kreise herumgetrieben wird, er solche Areas beschreiben muß, welche den Zeiten proportional sind **, welches aber ausführlich vorzustellen hieher nicht zu gehören scheinet, da wir nur die wirkenden Ursachen bey der Bewegung der Weltkörper zu finden bemühet sind.

§ 262.

* Wolfii elem. Astron. § 633 &c.

** Newtoni philos. nat. princip. math. Lib. I prop. 1, 2. Muschenbroek elem. phys. § 402.

§ 261.

Warum sich die Schwere der Weltkörper verhält wie die Qvadrate der Entfernungen umgekehrt.

Wenn man sich die Bewegung der Planeten nur in abstracto durch gewisse Centralkräfte vorstellet, und die Bahn, welche der Planete bey seinem Lauffe wirklich beschreibet, schon elliptisch setzet; so folget es aus der Natur des Kegelschnittes, daß bey verschiedenen Entfernungen von der Sonne, die im Brennpunct der Ellipse stehet, die Vis centripeta sich verhält, wie die Qvadrate der Entfernungen umgekehrt *. Will man aber die physikalische Ursache dieses Verhältnisses genauer einsehen; so kan meines Erachtens der Beweis aufs leichteste also gefasset werden **.

Man

* Newton l. c. prop. XI.

** Einen andern Beweis, wie bey Setzung des Aethers, als der Ursache der Schwere, der Effect so herauskommt, daß bey verschiedenen Entfernungen die Schwere des Körpers sich verhält, wie die Qvadrate der Entfernungen umgekehrt, giebt Herr Gerhard Andreas Müller in seiner Untersuchung von Newtons allgemeiner Schwere, sonderlich § 89, 90. Bey demselben ist mir nur bedenklich, daß der Aether vor sich gegen alle Seiten gleich viel drücken, aber sein Stoß durch den Körper, welcher einem andern gegenüber stehet, gleichsam aufgefangen werden, und daher eine wechselsweise Schwere derselben gegen einander entstehen soll. Dieses Auffangen verstehe ich

Man stelle sich die Weltkörper als Kugeln vor, denen ihre Figur ziemlich beykommt, wie man denn auch von dem Verhältnisse, welches erwiesen werden soll, vor nicht meh-
reres

ich nicht völlig, wiewohl es mir scheinet, daß der Herr Verfasser in der Hauptsache mit mir einerley Gedancken gehabt haben mag. Ich getraue mir auch keine allgemeine Schwere, sondern nur eine Zusammendrückung aller Materien in der Welt § 98, 100, und eine daher entstehende mannigfaltige Bemühung der Körper, sich gegen einander zu bewegen, zu behaupten. Und man thut, meines Erachtens, nicht wohl, wenn man das Wort Schwere, welches nach dem Sprachgebrauch einen wichtigen Begriff anzeiget, und der seine besondern Ursachen, und auch eine nützliche Umschränckung der Bedeutung hat, weiter ausdehnen will. Doch bleibt so viel wahr, daß, wo die Ursachen hie und da ähnlich sind, auch andere Bestrebungen der Körper gegen einander gewisse Eigenschaften mit der Schwere gemein haben müssen. Man kan z. E. wenn man die Schwere der Erde gegen die Sonne als eine durch äusserliche Ursachen bewirckte Andrückung betrachtet, auch eben sowohl eine Andrückung der Sonne gegen die Erde in umgekehrter Ordnung abstrahiren, welche von jener ein relativischer Effect ist. Da ich aber die Schwere der Erde gegen die Sonne aus wirckenden Ursachen hergeleitet habe, welche auf gleiche Weise der Sonne gegen die Erde nicht zukommen; so ist die Frage: ob es

reres Gewähr leisten kan, als daß es denen Weltkörpern bey nahe und ohne mercklichen Fehler zuzuschreiben ist. Der Druck des Aethers aus einer Gegend, darinnen er

nicht eine uneigentliche Bedeutung des Wortes Schwere ist, wenn man sie der Sonne gegen die Erde zuschreibet, welche zwar zu gewissen, sonderlich mathematischen, Absichten, ihren Nutzen haben kan, iedoch nicht ohne Einschränckung und Vorsichtigkeit gebräuchet werden darf. Uebrigens muß ich bey dieser Gelegenheit noch erinnern, daß es ohne allen Grund ist, wenn die Vertheidiger der anziehenden Kraft das hier erklärte Gesetz der Schwere als einen Beweis ihrer Hypothese ansehen. Joh. Bernoulli hat eben diese Bestimmung der Schwere aus seiner Hypothese von dem Torrente centrali § 243 ebenfalls ordentlich hergeleitet Tom. III Opp. p. 298. Denn weil der Torrens centralis näher gegen die Sonne dichter ist; so nimmt sein Vermögen, die Schwere zu verursachen, eben sowohl in der Proportion zu, wie das Qvadrat der Entfernungen abnimmt, als das Vermögen des aus einem leuchtenden Puncte auseinanderfahrenden Lichtes sich nach dieser Proportion richtet. Der Schall hält auch aus eben dem Grunde dieselbe Regel. Nollet phys. experim. Tom. III p. 426. Man siehet hieraus deutlich, daß die Schwere nach der erwehnten Regel sich ohne Attraction aus mehr als einer physicalischen Ursache herleiten lässet. Wenn man demnach eine wirckende Ursache der Schwere

er mehr Vermögen hat, muß gegen die Welt-
körper nothwendig nach Proportion ihrer
Grösse und ihrer Entfernung von dem Pun-
cte, dahin sie gravitiren, geschehen. Nach der
Grösse derselben muß er sich richten. Denn
je grösser die Fläche des Körpers ist, desto
mehr findet ein vielfacher Stoß des Aethers
gegen dieselbe stat, ich meine, der Stoß kan
in mehrern Puncten geschehen. Ferner

Schwere setzet, aus welcher richtig folget,
daß die Schwere der Weltkörper sich, wie
die Qvadrate der Entfernungen umge-
kehrt, verhält; so hat man nur zuzuse-
hen, ob die angenommene Ursache nach
den allgemeinen Regeln physikalischer Un-
tersuchungen die Probe hält. Hingegen dar-
aus, daß man diesen Effect aus ihr herleiten
kan, lässet sich weder vor die Attraction,
noch auch vor irgend eine Hypothese, dar-
aus man ihn erklären kan, wider eine an-
dere, daraus er sich auch erklären lässet,
ein Beweis hernehmen. Wenn die Er-
fahrung ihre Richtigkeit hat, daß auf sehr
hohen Bergen die Körper leichter befun-
den werden; so bewiese solches, daß der
Unterschied der Druckkraft des Aethers
auch bey den Körpern auf dem Erdboden
alsdenn schon mercklich würde. Ich mag
aber darüber nicht urtheilen, ob es
wircklich geschiehet. Denn die Erfah-
rungen mit den Pendulen, und was man
daraus schliessen soll, wenn sie auf den
Bergen verkürtzet werden müssen, schei-
nen mir noch gar zu grossen Schwierig-
keiten unterworfen zu seyn § 153.

aber muß es auch dabey auf die Entfernung des Körpers von dem Puncte, gegen welchen er schwer ist, ankommen. Denn der Druck, den der Aether gegen den runden Körper H oder K (fig. 40) ausüben, und dadurch dessen Schwere verursachen kan, wird durch die äussersten Linien, z. E. CA und CB terminiret, welche aus dem Mittelpuncte, dahin die Schwere gerichtet ist C, bey ihnen vorbey gezogen werden, und die scheinbare Grösse desselben bestimmen, unter welcher er aus dem Puncte C würde können gesehen werden. Man stelle sich nun ietzo die hiermit bestimmte Fläche des Durchschnittes der Kugel insonderheit vor, deren Diameter DE ist. Denn man kan sie ansehen, als wenn auf dieselbe aller Druck allein geschähe. Es drücket aber in H auf dieselbe der abgekürtzte Kegel vom Aether LDEM, welcher wegen der erstaunlichen Grösse des Weltgebäudes als unendlich lang betrachtet werden kan. Wird hingegen eben dieser Körper noch einmal so weit in K fortgerücket, so daß CK zweymal so lang ist, als CH; so wird die Fläche nun von dem abgekürtzten Kegel des Aethers NFGO gedrückt. Weil man nun, wie gesagt, beyderseits die abgekürtzten Kegel unendlich lang wegen der unermeßlichen Grösse des Himmels annehmen kan; so ist auch das an ihrer Spitze fehlende Stück DCE oder FCG, oder wenigstens

der

der Inhalt eines Stückes so lang als HK, um welche Linie der Planete der Sonne näher oder weiter kömmt, dargegen nicht zu rechnen. Deswegen kan man auch gleich sagen, der Druck des Aethers, und also die Schwere, verhalte sich auf der Kugel in H und K, wie die Kegel LCM und NCO. Diese Kegel nun, weil kein Unterschied der Höhe an ihnen in Betrachtung zu ziehen, sondern sie so gut als gleich hoch angenommen werden müssen, verhalten sich wie ihre Grundflächen, oder auch iedesmal wie die Flächen ihrer Durchschnitte, welche man aus ihnen in einerley Entfernung vom Mittelpuncte der Gravitation abstrahiret. Diese aber sind wie die Qvadrate ihrer Durchmesser AB und FG, oder auch wie die Qvadrate der Hälften davon AK uud FK. Weil nun die Triangel DCH und ACK ähnlich sind, und FK=DH; so verhalten sich die andern Seiten, welche den rechten Winkel einschliessen helfen, CK und CH, eben so wie die Grundlinien AK und DH=FK. Folglich verhalten sich auch die Qvadrate von jenen eben so, wie sich dieser ihre Qvadrate verhalten. Es sind aber die Linien CK und CH die Entfernungen von dem Mittelpuncte der Gravitation. Da sich nun die Kegel, denen die Schwere proportional ist, so verhalten, wie die Qvadrate AK und DH=FK; so verhalten sie sich auch wie

die Qvadrate CK und CH, das ist, wie die Qvadrate der Entfernungen von dem Puncte der Gravitation umgekehrt. Der physikalische Grund also von der mit der Entfernung abnehmenden Schwere lieget darinnen, daß die ätherischen kegelförmigen Säulen, von deren Drucke die Schwere abhanget, eben so abnehmen, wie das Qvadrat der Entfernung vom Mittelpuncte der Gravitation zunimmt. Dieses selbst aber geschiehet deswegen, weil sich diese Kegel wie ihre Grundflächen, und diese ferner wie die Qvadrate ihrer Radiorum verhalten, und endlich weil der Radius des Durchschnittes einer Kugel bey Setzung einer gewissen Entfernung auch vor den Radium des äthorischen Kegels bey eben derselben Entfernung des Körpers, oder vielmehr ihm proportional, angenommen werden kan; und gleichwol, indem die Kugel fortgerücket wird, der Radius des ietzigen ätherischen Kegels zum Radio des vorigen, wenn eine Scheibe aus demselben an diesem Orte betrachtet wird, sich eben so verhält, wie die geringere Entfernung zu der grössern Entfernung.

§ 263.

Von der Electricität.

Endlich will ich in diesem Capitel auch noch von der Electricität handeln, welche durch den Fleiß so vieler gelehrten und unermüdeten Naturforscher, deren Augenmerck

merck sie bisher gewesen (*), ebenfalls als eine der allgemeinsten Eigenschaften der Körper befunden worden. Ich werde zwar zur Untersuchung der Ursache davon manches, was im folgenden erst erwiesen wird, zum voraus anzunehmen genöthiget seyn, welches in der Naturlehre gar oft unvermeidlich ist, weil die Dinge sich sämtlich in Verknüpfung befinden, und die Wirkungen, die man an dem einen wahrnimmt, immer aus vielen zugleich verstanden werden müssen. Allein es scheinet mir dieses hier doch eine geringere Beschwerlichkeit zu seyn, als wenn die Materien zu sehr zerrissen werden. Die Electricität heisset ihrem ersten Begriffe nach diejenige Art der anziehenden Kraft, welche sich an den Körpern nach vorhergegangenem Reiben äussert. Sie hat bekannter massen ihren Nahmen vom Electro oder Bernstein, an welchem dieselbe zuerst wahrgenommen worden. Sie ist in die ursprüngliche einzutheilen, welche sich an einem Körper äussert, indem er selbst gerieben wird, und in die mitgetheilte, welche sich an einem Körper findet, indem er einen andern, der schon durch Reiben electrisch ist, mit gewisser Vorsichtigkeit ge-

Erster Begriff der Electricität.

Sie ist in die ursprüngliche und mitgetheilte einzutheilen.

(*) Siehe Herrn Daniel Gralath Geschichte der Electricität in den Versuchen und Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Danzig, 1 Th. p. 175 sq.

nähert wird. Vor einiger Zeit theilte man sie auch nach dem du Fay in die glas- und harzartige ein, welcher Unterschied aber vom Herrn Nollet (*), wie ich dafür halte, mit gutem Grunde geleugnet wird. Wenn man aber die vorigen beyden Arten zusammen nimmt, so findet sich, daß die Electricität allen Körpern, damit man Versuche anstellen kan, nur die Flamme und die Luft ausgenommen, zukommt, obwohl der Grad, in welchem sie dieselbe annehmen, und die davon abhangenden Wirkungen sehr unterschieden sind. Alle Wirkungen derselben, oder auch die damit angestellten Versuche zu erzehlen, leidet hier meine Absicht nicht, sondern ich setze dieselben aus den Schriften, welche gelehrte Männer bisher häufig davon herausgegeben, als bekannt voraus.

Zweyerley Wirkungen der Electricität, das Anziehen und Fortstossen und die feuerartigen Wirkungen.

Sie lassen sich auf zwey Hauptclassen bringen. Zu der ersten gehöret das Anziehen und Fortstossen leichter Körper. In der andern stehen die feuerartigen Wirkungen, als da ist das electrische Licht, die Funcken, das Zünden, und die daher in den thierischen Körpern entstehenden Folgen, z. E. Schmertz, Erschütterung u. s. w.

Wie sie mit allen Sinnen wahrgenommen wird.

Es kan daher die Electricität mit allen Sinnen wahrgenommen werden. Denn vor das Gesichte gehöret das Licht und die Funcken, das Anziehen und Abstossen; vor das Gehör, das Geräusch und Knistern

(*) Essai sur l'Electricité p. 24. 165.

stern, welches sich dabey findet; vor das Gefühle die stechende und auch oft schmerzhafte Empfindung von den electrischen Funken, nebst der gewaltigen Erschütterung des Körpers, ingleichen das Wehen, welches bey der Annäherung zu electrisirten Körpern empfunden wird. Mit der Nase aber kan man bey der Annäherung an eine electrische Röhre einen schwefelichten Geruch, und mit dem offenen Munde einen säuerlichen Geschmack davon empfinden.

§ 264.

Vorerinnerungen von den Ursachen der Electricität.

Meine Bemühung soll nun ietzo nur seyn den Ursachen der so bewunderns würdigen Electricität nachzudencken. Von denenselben aber ist es nöthig erst einige Vorerinnerungen zu machen. 1) Es müssen körperliche physikalisch-mechanische Ursachen darzu gesuchet werden. Denn die letzterzehlten Classen der Wirkungen der Electricität beweisen zur Gnüge, daß der Grund derselben in keiner Attraction, oder irgend einer blossen abstracten Qvalität lieget. 2) Wenn man irgend eine Materie vor die Ursache der Electricität hält; so muß man dieselbe nicht nur nennen, sondern auch die Art und Weise, wie sie wirket, hinlänglich erklären können § 23. Daher muß 3) derselben keine Bewegung z. E. im Wirbel, oder auf andere Art zugeschrieben

Man muß körperliche, physikalisch-mechanische Ursachen suchen.

Man muß nicht nur eine electrische Materie nennen, sondern auch erklären, wie sie wirket.

Der electrischen Materie muß keine Bewe-

gung zugeschrieben werden, deren Möglichkeit man nicht verständlich erklären kan.

ben werden, wenn man nicht den Ursprung derselbigen selbst auf eine verständliche Art als möglich erklären kan. Noch weniger muß ihr eine Bewegung angedichtet werden, welche schwerer, als die zu erklärende Wirkung § 21, das ist, welche also beschaffen ist, daß nach denen bisher erwiesenen Ursachen der lebendigen Bewegung, der Cohäsion, Schwere und anderer Eigenschaften der Körper zu derselben keine fernere übrig gelassene Ursache erscheinet. Desgleichen muß auch keine solche Mittheilung der electrischen Kraft angenommen werden, da man setzet, daß sie wirklich aus einem Subject in das andere übergienge, welches leere Worte sind § 90.

Die electrische Materie brauchet nicht eine einzige und ganz besondere zu seyn.

Man hat aber 4) nicht nöthig, eine einzige oder eine ganz besondere und von allen bekannten unterschiedene Materie vor die electrischen Wirkungen zu erdichten. Der Begriff der electrischen Materie muß nicht eben eine Species infima, sondern er kan auch ein Genus seyn, und dergleichen ist er wirklich. Denn einestheils sind schon die electrischen Wirkungen so sehr mannigfaltig, daß man wohl siehet, daß sie von einer einzigen Materie nicht hergeleitet werden können. Ueber dieses da die sämtlichen Körper in der Welt in Verknüpfung sind, und auch ordentlicher Weise die Wirkungen derselben aus mehrern Ursachen zugleich erkläret werden müssen; warum sollte

eben

eben die Electricität von einer einzigen und eigenen Materie herkommen müssen? Wäre es nicht eben so, als wie, wenn man vor nöthig hielte, eine besondere verdauende Materie zu erdichten? Endlich aber muß man auch überhaupt keine neuen und unbekannten Materien annehmen, so lange sich die Wirkungen aus bekannten und schon erwiesenen entweder verstehen lassen, oder so lange man wenigstens völlig zweifelhaft bleiben muß, ob sie nicht vielleicht von denenselben abhangen § 43. 5) Man muß keine Art von erweislichen Ursachen dabey ausschliessen, gesetzt auch, daß gewisse Wirkungen, darauf man etwan am meisten siehet, auch ohne dieselben als möglich begriffen werden könten § 24.

Man muß keine Art von erweislichen Ursachen dabey ausschliessen.

§ 265.

Vorauszusetzende Vorstellung von dem Zustande, in welchem sich die sinnlichen Körper in Ansehung ihrer sehr kleinen Theile befinden.

Um uns derowegen den Weg zu bahnen, von den Ursachen der Electricität, so weit es sich zur Zeit will thun lassen, ordentlich zu urtheilen, müssen wir uns zuerst den Zustand wohl vorstellen, in welchem sich die sinnlichen Körper in Ansehung ihrer sehr kleinen Theile befinden. Ihre Elemente, und daher auch ihre Körpergen, sind elastisch § 93, 232. Sie befinden sich in einem Stande der Zusammenpressung, und brechen deswegen, wenn irgendwo der Widerstand vermindert wird, dahin in lebendige Bewegung aus § 98 rc. Die Elasticität

citát machet wenigstens ihre kleinesten, unter den gehörigen Bedingungen aber auch ihre grössern Theilchen zu Oscillationen geschickt, welche bey schwachem Widerstande sehr lange fortdauern können § 158. Die Körpergen, daraus die meisten groben Körper bestehen, sind aus sehr ungleichartigen und mit verschiedener Kraft versehenen Theilen zusammen gesetzt. Sie sind sehr porös, und in ihren Zwischenräumen ist vor die subtilesten Materien mehr Platz, als in der freyen Luft, daher jene, wo sie können, hineinweichen § 189, 257. Alle grobe flüssige Materien haben eine mittelbare Flüssigkeit, daher sich in ihren Zwischenräumen andere sehr subtile, höchstbewegliche und elastische Materie befindet. Die Lufttheilchen sind grösser, als die Wassertheilchen, und diese wiederum grösser als die ätherischen. Die Lufttheilchen sind merkwürdig wegen einer grossen § 226 Elasticität, die aber nicht stark ist, so lange sie nicht gar sehr viel dichter geworden. Die Elasticität der Wassertheilchen aber ist von ungeheurer Stärke, ob sie wohl jener an Grösse nicht gleich ist, daher man das Wasser durch keine Gewalt zusammen schlagen kan, und doch seine Elasticität alles andere an gewaltigen Wirkungen zu übertreffen geschickt ist. Diese Sätze, welche ich ietzt als Lemmata annehmen muss, werden in folgenden bewiesen werden. Ferner

giebt

giebt es eine oder etliche Arten vom Aether, welche die Ursache der Cohäsion § 195 rc. der Schwere § 244 rc. und des Lichtes sind. Die Theile dieses Aethers scheinen sich niemals in andere einsperren zu lassen, oder deswegen einen eigenthümlichen Theil irgend eines Körpers auszumachen. Ihrer Subtilität wegen dringen sie in die Zwischenräume, wo sonst keine andere Materie hin kan. Es befindet sich in allen uns noch merklichen Puncten des Raums eine unglaubliche Menge solcher Aethertheilchen. Sie sind das allerbeweglichste in der Welt, weil, indem sie auf einer Seite fortbewegt werden sollen, von der andern Seite her eine eben so große Portion vom Aether allemal selbst durch ihr Nachschiessen darzu behülflich ist § 257. So bald dieser Aether in geraden Linien gestossen wird, und seine elastische und oscillirende Bewegung so fortgehet, erzeuget er Lichtstrahlen. Doch werden uns die letztern allererst in einer starken Zusammensetzung sinnlich. Eine oder etliche andere und viel gröbere Arten vom Aether machen die Materie der Wärme und das irdische Feuer aus. Dieser Aether pfleget sich häufig in sehr kleinen Behältnissen oder Capsuln eingeschlossen zu befinden, welche auch bald zerspringen, bald durch die Druckkraft anderer flüßiger Materien wieder von neuem erzeuget werden können. Die kleinsten

von

von diesen Capsuln sind unbeschreiblich subtil. Unsere Atmosphäre endlich ist ein Chaos, in welchem sich alle Arten von Körpergen in der grösten Menge, aber auch zugleich in sehr grosser Subtilität befinden. Alle Arten aber von denen darinnen schwimmenden Theilchen vertheilen, sich in derselben gleich, oder sind im Bestreben darzu § 191, daher sie iedesmal auf den Ort zudringen, wo die Theilchen von ihrer Art vermindert, oder sonst in den Stand gesetzt werden, daß sie einen schwächern Widerstand thun. Sonderlich ist die Materie der Wärme in der Atmosphäre sehr häufig anzutreffen. Die Empfindung der Wärme aber entstehet in uns allererst, wenn sie sich an einem Orte häufiger befindet als in dem Theile unsers Körpers, welcher davon berühret wird, und es ist auch nöthig, daß sie sich in Bewegung befinden muß. Was hierbey zweifelhaft scheinen möchte, soll alles an seinem Orte bewiesen werden.

§ 266.

Die groben Körper sind mit Atmosphären umgeben.

Hierzu ist ferner noch ein anderer sehr wichtiger Umstand zu setzen. Nemlich alle, oder doch die meisten groben Körper sind mit ihren eigenen Atmosphären umgeben, welche aus subtilern Theilchen bestehen, als die Körpergen sind, daraus die grossen Körper zusammen gesetzt werden, und welche sich deswegen sowohl in den

Zwi-

Zwischenräumen derselben, als auch um dieselben herum befinden, und mehr oder weniger in Bewegung seyn, oder darein gebracht werden können, welche auch, wenn sie zerstreuet worden, sich immer von neuem und oft augenblicklich wieder zusammense-tzen. Diesen Satz hätte man schon Ursache wegen der Gründe a priori einzuräumen. Denn aus den Ursachen der gleichen Vertheilung § 191, der Cohäsion § 195 2c. und der Betrachtung, daß die große Erdatmosphäre ein Chaos ist, welches mit allen Arten von darinnen schwimmenden Körpern sehr häufig angefüllet, und dabey in beständiger Bewegung ist, lässet sich begreifen, daß dergleichen Atmosphären sich nothwendig erzeugen müssen. Denn gesetzt erstlich, es wäre in dem Körper keine innerliche Bewegung; so werden sich doch, da stets aus der Atmosphäre unzehlige Theilchen gegen ihn angetrieben werden, diejenigen an ihn anhängen, welche zum Zusammenhänge mit ihm geschickt sind. Dieses wird sowohl an seiner äusserlichen Fläche geschehen müssen, als auch an der innerlichen in den Poris desselben. An diese Theilchen werden sich nach eben den Gesetzen der Cohäsion immer hier und da wieder andere anhängen, dadurch die Atmosphäre vergrößert wird. Wenn aber durch irgend eine Gewalt solche anhängende Theilchen losgestossen werden, und die be-

Beweis derselben a priori.

wegende

wegende Kraft, welche sie forttreibet, nur nicht gar zu groß ist; so werden sie nach eben den Gesetzen des Zusammenhanges, welche sie zuvor herwärts determinirten, im kurzen umkehren und sich von neuem an den großen Körper oder unter einander anhängen müssen. Wenn man sich aber auch vorstellet, daß sie durch eine gar zu stark stossende Gewalt völlig abgesondert und allzuweit von dem Körper entfernet würden; so begreifet man doch, daß an ihrer statt sich andere ihres gleichen oder ihnen ähnliche, nach den Gesetzen der Cohäsion und gleichen Vertheilung, davor anhängen, und fast augenblicklich eine neue Atmosphäre bilden werden; es wäre denn, daß es zufälliger Weise einmal in der Atmosphäre in derselben Gegend an denen hierzu sich schickenden Theilchen fehlte, oder durch eine gewisse Beschaffenheit derselben, und durch besondere darinnen schwimmende Körpergen die Annäherung derjenigen Theile an dem großen Körper verhindert würde, welche mit ihm zusammen zu hängen und eine Atmosphäre von ihm auszumachen allein geschickt sind. Gesetzt ferner, daß in dem Körper innerliche Bewegung ist, vermöge welcher stets auch gewisse Theilchen aufgelöset werden und ausdünsten; so wird ausser dem letzt angeführten, welches eben sowohl statt haben wird, auch noch dieses hinzukommen, daß die Ausdün-

stungen

stungen nahe an dem Körper dichter sind, als in einer grössern Entfernung, und daß sie schon dadurch eine Art von Atmosphäre machen, und ferner, daß, wenn schon aus dem vorigen Grunde eine Atmosphäre da ist, sie dieselbe verstärken, dichter und vermögender machen. Es kan auch durch die Ausdünstungen geschehen, daß, wie gewisse Theilgen aus dem Körper in die Atmosphäre ausfliegen, also hinwiederum andere Theilgen denen hierdurch Raum gemacht wird, aus der Atmosphäre in den Körper hinein weichen, und hiermit eine anderweite besondere Atmosphäre desselben auszumachen geschickt gemacht werden. Denn man kan sich diese wechselsweise Bewegung eben so vorstellen, als wie, wenn das eine Zimmer sehr warm, und das andere sehr kalt ist, und eine Thür zwischen beyden aufgemacht wird, derjenige, so in dem warmen Zimmer gegen die Thüre stehet, eben sowohl eine ihm entgegen kommende kalte Luft empfindet, als ein anderer in dem kalten Zimmer eine ihm entgegen eindringende warme Luft fühlet; oder als wie, wenn in zwey Zimmern ein verschiedener Geruch ist, und die Thür darzwischen aufgemacht wird, sich von dem Geruche eines iedweden in das andere hinüberziehen wird. Noch weiter aber kan man auch von der Gewißheit solcher gesetzten Specialatmosphäre durch mancherley Erfahrungen

Beweis der Atmosphären der Körper aus Erfahrungen.

rungen a posteriori versichert werden. Man weiß, wie genau, und wie weit manche Thiere, sonderlich die Hunde, die Spur haben. Wie soll ein Hund z. E. den Weg treffen, durch welchen der Körper, den er wieder suchet, gegangen ist, daferne nicht eine Menge ausgedunsteter Materie sich noch auf demselben befindet, die seinen Geruch rühret, und welche wie ein Rauch oder Wölklein noch einige Zeit beysammen bleiben muß. Wenn man Eisenfeilig auf rein Wasser, oder noch besser auf solches, darinnen Vitriol aufgelöset worden, schüttet: so lässet es ein so sonderbares fettiges Häutgen oben, welches auch die Feilspäne selbst eine Zeit lang trägt, und ein solches Ansehen hat, daß man den Ursprung davon schwerlich von etwas anderm, als von einer um das Eisen herumgewesenen Atmosphäre, dürfte herleiten können. Wenn man länglichte und dünne Körper z. E. eine Schreibefeder, eine Stange Siegellack oder eine Tabackspfeife gegen die Flamme eines angezündeten Lichtes hält; so erscheinet das vor der Flamme stehende Stück etwas dünner, und die obere und untere Linie in ein Grübgen eingebogen. Ich sehe nicht, was man daraus anders schlüssen will, als daß die Lichtstrahlen in einer um den Körper herum befindlichen Atmosphäre gebrochen werden müssen. Ich meine die Strahlen, die ohne Atmosphäre ins Auge gekom-

gekommen seyn würden, durchschneiden sich nun kreutzweise vor dem Auge, und gelangen nicht dahin. Hingegen andere, welche also herum gebrochen werden, daß sie nun ins Auge kommen, in welches sie ohne Atmosphäre nicht gekommen wären, machen nun einen spitzigern Winkel, daher der Körper daselbst dünner erscheinet. Sonderlich aber gehören hieher die Newtonischen Erfahrungen, daß ein Lichtstrahl im Vorbeyfahren in der Nähe eines festen Körpers, z. E. eines Stück Geldes oder einer Messerschneide, etwas gebogen wird, so daß er hernach seinen Weg in anderer Direction fortsetzet (*). Ich sage, dieser Effect ist aus einer gesetzten Atmosphäre der Körper begreifflich. Daß er aber von keiner eigentlichen anziehenden Kraft herkommen kan, ist hoffentlich § 182 rc. zur Gnüge gezeiget worden. Herr von Muschenbroeck (**) meinet zwar die Setzung einer Atmosphäre widerlegen zu können. Er führet theils an, daß die Lichtstrahlen auch bey dem Ausgange parallel bleiben müßten, wenn sie von einer Atmosphäre des Körpers gebrochen worden wären, welches doch nicht geschiehet, theils aber klaget er, daß man solche Atmosphären unerwiesen annehme. Auf das erste antworte ich,

(*) Philos. nat. princip. mathem. propos. 96, Schol. Optice Lib. III p. 251 &c.
(**) Elem. phys. § 498.

daß, weil die Atmosphäre von verschiedener Dichtheit und nahe an dem Körper am dichtesten ist, auch nothwendig der Lichtstrahl daselbst um einen größern Winkel gebrochen werden muß. Was aber das andere anlanget, so hoffe ich dem Verlangen derer, die Beweis der Atmosphäre fordern, theils durch das vorige schon genug gethan zu haben, theils aber muß ich erinnern, daß das Phænomenon von der Inflexion des Lichtes selbst eben einen unwidersprechlichen Beweis davon abgiebt. Denn da ich die Attraction aus allgemeinen Gründen widerlegt habe: so muß die Inflexion des Lichts von physikalisch-mechanischen Ursachen herkommen. Andere aber, als die gesetzten Atmosphären, wird niemand angeben können. Wenn man dasjenige, was aus Erfahrungen richtig folget, vor unerwiesen erklären will, weil man es nicht auf eine beliebig erwehlte Art sinnlich machen kan; so werden uns die meisten Erfahrungen in der Naturlehre unbrauchbar werden, und man wird mit eben so viel Grunde auch die Luft leugnen, und z. E. die Empfindung beym Blasen aus einer ausgehenden stossenden Kraft herleiten können, welche Kraft bey dem Odem in der Nähe zugleich Wärme errege.

§ 267.

Erklärung, wie die ursprüngliche

Nach Voraussetzung des bisherigen läßet sich nun von den Ursachen der Electricität

cität folgende erweisliche Hypothesis machen. Die ursprüngliche Electricität entstehet, indem durchs Reiben die Atmosphäre eines Körpers in Bewegung gebracht wird. Es werden dadurch theils die Theilchen derselben hie und da in den Körper eingetrieben, daß sie auf einer andern Seite den Ausgang wieder suchen, theils werden auch die Theile des Körpers selbst, wenn sie darzu geschickt sind, vermöge ihrer Elasticität in eine oscillirende Bewegung gesetzet. Hierdurch wird allerley leicht bewegliche Materie in den Zwischenräumen des Körpers mit Gewalt ausgetrieben, sonderlich aber die Materie der Wärme, welche sich in zarte Capsuln von verschiedener Art eingeschlossen befindet, und sich in allen Körpern sehr häufig aufhält. Daher auch durch das Reiben derselben zugleich Wärme entstehet, und durch die Zusammenhäufung derselben und das Zerspringen der Capsuln beym gewaltigen Gegeneinanderstossen Licht und Feuer entstehen kan. Weil nun ferner die um den Körper befindliche Luft und andere Materie einen gewissen Theil dieser bewegten Materie sich nicht allzuweit von dem electrischen Körper entfernen lässet, sondern dieselbe wieder umzukehren nöthiget, in Directionen, welche iedesmal die zufällige mechanische Application erfordert; so formiret sie dadurch eine Art von einem Strudel um denselben

Electricität entstehet.

herum. Dieser wird hiernächst noch dadurch vermehret, daß, indem die bewegte Materie ausfähret, und hiermit in dem Körper mehr Raum entstehet, diejenige Materie aus der Erdatmosphäre und denen nahe herum befindlichen Körpern, welche darzu am geschicktesten ist, und also vornehmlich das Feuer, häufig herzueilet, und in den Körper eindringet, ingleichen daß dergleichen Materie auch aus dem Körper selbst eindringet, mit welchem sie gerieben wird. So lange man derowegen das Reiben fortsetzet; so wird, in wie weit es die Structur und Oscillation der Theile des Körpers verstattet, die Materie, welche den electrischen Wirbel machet, immer dichter und die innerliche Bewegung heftiger; folglich auch die bewegte Atmosphäre um den Körper grösser und vermögender, so lange, bis sie endlich ihre höchstmögliche Grösse und Stärke erreichet hat.

§ 268.

Erklärung, wie die mitgetheilte Electricität entstehet.

Die mitgetheilte Electricität aber entstehet durch zweyerley Ursachen. Einmal fahren von der bewegten Atmosphäre des schon electrischen Körpers einige Theile in die Zwischenräume desjenigen, der durch Mittheilung electrisch gemacht werden soll, und dringen sich darinnen so, wie sie können, fort, und erregen dadurch eine innerliche Bewegung der atmosphärischen und übri-

übrigen darzu geschickten Theilgen, dergleichen die Feuertheilgen insonderheit sind. Zum andern aber, und worauf noch viel mehr anzukommen scheinet, ist zu bedenken, daß die in den Zwischenräumen des zu electrisirenden Körpers befindliche und durch die allgemeine Atmosphäre in Ruhe erhaltene Materie gegen den schon electrischen Körper mit Gewalt in Bewegung ausbrechen muß. Denn sie findet iezo daselbst weniger Widerstand, weil die im Wirbel daselbst vorbeyfahrende Materie eben deswegen, weil sie in Bewegung und ihre Bewegung anders wohin gerichtet ist, gar nicht oder weniger gegen sie drucken kan. Durch die solchergestalt entstandene innerliche und äusserliche Bewegung der atmosphärischen und andern beweglichen Theilgen, werden aus der Luft und allen nahen darzu geschickten Körpern immer mehr dienliche Theile herzu gezogen, welche die Größe der Atmosphäre und die wirblichte und heftige Bewegung innerlich und äusserlich vermehren. Diese Hypothesin will ich nun zur Auflösung einiger der wichtigsten Phænomenorum der Electricität anwenden. Denn alle Specialumstände durchzugehen wäre zu weitläuftig, und da mir zur Zeit noch keiner vorgekommen, welcher damit stritte, so hoffe ich, daß iedweder Liebhaber vor sich selbst wird weiter gehen können.

§ 269.

Auflösung der wichtigsten Umstände bey der Electricität. Warum die unmittelbare Electricität durch Reiben entstehet.

1) Man siehet daraus, warum ein Körper, der die unmittelbare Electricität erlangen soll, nothwendig gerieben werden muß. Denn wenn er nur erwärmet wird; so folgt daraus nichts weiter, als daß das Feuer in seinen Zwischenräumen gehäufet wird, welches in die Luft allmählich ausdunstet, ohne daß es einen Wirbel, oder ihm ähnliche Strudelbewegung, machen könnte.

Die Luft ist nicht die Ursache der Electricität.

Daher ist auch überhaupt 2) die Luft nicht die Ursache der Electricität. Denn wenn es diese wäre; so müßte das Anziehen der leichten Körper dadurch geschehen, daß die Luft durch die Wärme in und durch den electrischen Körper verdünnet worden wäre, und daher die dichtere Luft gegen die wärmere Gegend zudränge, und die leichten Körpergen mit sich hinnähme. Geschähe aber das Anziehen auf diese Art; so müßte auch eine bloß gewärmte Glasröhre electrisch werden, sie wird es aber nicht anders, als durchs Reiben. Zu den Erscheinungen vom Licht, Funken u. s. w. sähe man auch nicht den geringsten Grund, wenn man die Electricität von der Luft ableiten wollte.

Doch ist sie bey den meisten electrischen Wirkungen eine beyhelfende Ursache.

3) Hingegen verstehet man wohl, warum die Luft zu denen meisten electrischen Wirkungen als eine beyhelfende Ursache unentbehrlich ist. Denn sie muß die Atmosphäre und den daraus zu bildenden Wirbel zusammen drücken

drücken und beysammen erhalten, auf eben die Art, wie sie diesen Dienst der Feuerflamme leistet. Ausserdem wird sich die atmosphärische Materie zerstreuen, es wäre denn, daß sie von besonderer Dichtheit, und also theils weniger beweglich wäre, theils schon vermittelst des Aethers hinlänglich beysammen erhalten werden könte. Daher wird eine luftleere gläserne Röhre oder Kugel entweder gar nicht, oder doch nicht in dem Grade electrisch, als wie, wenn sie mit Luft erfüllet ist (*). Denn weil nach dem Auspumpen der Luft inwendig weniger Widerstand ist; so weichet die Atmosphäre von der auswendigen Seite des Glases ganz oder grossentheils hinein. Daher wenn man das Glas in diesem Zustande reibet; so fehlet es an einer von den Ursachen, die den electrischen Wirbel anfangen und zuwege bringen sollten, damit er hernach durch das aus der Luft herzufahrende Feuer vergrössert, und sehr vermögend gemacht würde. Es wird alsdenn durchs Reiben nur eine Ursache, nemlich die Oscillation der Glastheilgen hervorgebracht, welche nicht so viel vermögen kan, als wenn beyde Ursachen verbunden gewesen wären. Wenn hingegen ein im luftleeren Raume (**) geriebener Cylinder

Warum eine luftleere Kugel gar nicht oder weniger electrisch wird.

Warum ein im luftleeren Raume geriebener

(*) Nolet l. c. p. 102, 166 sq.
(**) Die hieher gehörigen Erfahrungen, welche

Cylinder weniger electrisch wird, und die Erfahrungen davon unterschieden sind.

linder gar nicht oder doch weniger electrisch wird, wiewohl die Erfahrungen davon verschiedentlich sind, davon die Ursache gleich erhellen wird; so liegt es daran, daß sich die

welche man in der fünften Memoire des Herrn du Fay von der Electricität in den Mem. de l'Acad. Royale des Scienc. 1734 P. II p. 483 &c. beysammen findet, scheinen auf den ersten Anblick nicht recht mit einander überein zu stimmen. Sie lassen sich aber unter einander und mit meiner angegebenen Erklärung folgender gestalt vergleichen. 1) Hauxbee hat gefunden, daß eine ausgepumpte Röhre, wenn sie in freyer Luft gerieben wurde, fast gar nicht electrisch wurde, und nur kleine Blättgen, die ganz nahe waren, an sich zog, welches auch du Fay richtig befunden. Denn hier ist die Glasatmosphäre, durch deren Bewegung der Wirbel erzeuget werden sollte, größtentheils hinein gewichen gewesen. 2) Hauxbee überzog ferner eine gläserne Kugel inwendig mit Wachs, und pumpte sie aus. Diese ward durchs Reiben electrisch, doch nur da, wo das Wachs war, und die Electricität war auch schwächer, als sie so gleich wurde, da er wieder Luft hinein ließ. Denn die Atmosphäre des Wachses und aller schwefelichten und harzigten Körper ist gröber und dichter, als die Atmosphäre des Glases. Sie nahm also von der Erschütterung der Glastheilgen eine stärkere Bewegung an, wodurch sie durch die Kugel durch, und auf der andern Seite herausfahren, und einen electrischen Wirbel erzeugen

die in Bewegung gebrachten atmosphäri-
schen Theilgen, wegen des geringen Wider-
standes, den sie haben, zerstreuen, aus eben
dem Grunde, wie im luftleeren Raume die
Flamme

zeugen konnte, welcher doch aber demje-
nigen nicht gleich war, welcher entstund,
da nach Zulassung der Luft auch die
Glasatmosphäre mit wirken konnte. End-
lich 3) sagt er, eine mit Luft erfüllte Röh-
re, ingleichen ein solider Glascylinder,
sind, wenn sie in einem luftleeren Reci-
pienten gerieben wurden, nicht electrisch
geworden. Denn im ersten Falle hat die
stossende Kraft der inwendig befindlichen
Luft die Atmosphäre zu stark zerstreuet,
welche, weil in dem Recipienten keine an-
dere, als sehr verdünnte Luft war, nicht
dichte genug wieder versammlet werden
können. (Herr Nolet hingegen am an-
geführten Orte p. 102 setzet ohne Zweifel
eine offene Röhre, von welcher er saget,
daß sie, als sie im luftleeren Raume ge-
rieben worden, noch eben sowohl Band
und Fäden an sich gezogen. Hier höret
demnach die angeführte Ursache auf, und
weil in der Röhre die Luft eben sowohl,
als ausser derselben weggebracht gewesen,
so ist eine Ursache weniger da gewesen,
welche die Glasatmosphäre beym Reiben
zerstreuet hat, daher sie noch so viel Kraft
behalten haben kan, als zum Anziehen
leichter Körper nöthig ist). In dem an-
dern Falle, da ein solider Glascylinder
nicht electrisch worden, scheinet die Ursa-
che daran gelegen zu haben, daß im luft-
leeren Raume durch die Maschine nicht
der

Flamme des Lichts verlöschet, weil sich die Feuertheilgen, die durch die Luft zusammen gedrückt und beysammen erhalten werden sollten, schnell und ungehindert zerstreuen. Doch

der gehörige Grad vom Reiben hat hervorgebracht werden können, als welches desto stärker seyn muß, ie dicker das Glas ist. Noch ferner 4) hat Gray berichtet, daß er an einer durchs Reiben electrisirten Glaskugel von 2 Zoll im Diameter, die er hernach unter einem Recipienten niederschieben konnte, keinen Unterschied im Anziehen leichter Körper bemerkt habe, er mochte die Luft auspumpen, oder von neuem zulassen, welches er auch am Schwefel, Harz und weissen Wachs mit gleichem Erfolg versuchet hat. Dieses betrifft aber theils nur die Fortdauer, nicht die Entstehung der Electricität, wiewohl sie im schwachen Grade auch durch Reiben im luftleeren Raume entstehen kan, wenn nur die Luft überall gleich verdünnet worden, und nicht das Glas voll Luft geblieben ist, wie schon zugegeben worden; theils beweiset der ganze Versuch nur so viel, daß die unterschiedene Tüchtigkeit zu einer ihrer schwächsten Wirkungen an der Electricität in diesen Exempeln nicht sinnlich geworden, es mochte Luft darzu kommen oder nicht. Den Abgang derselben aber hat bey diesen Umständen in dem einen Falle die Oscillation der Glastheilgen, und in dem andern bey den schwefelichten Körpern die grössere Dichtheit und Grobheit ihrer Atmosphäre ziemlich ersetzen können. 5) Da

Doch muß dieses nicht eben allezeit geschehen. Denn wenn die Atmosphäre dichte genug, oder die luftleere Glocke nicht allzu groß ist; so kan auch so viel Wirbelbewegung

Du Fay berichtet weiter, eben so wie Nolet, daß eine Kugel von Bernstein durchs Reiben im luftleeren Raume eben sowohl electrisch geworden. Dieses schreibe ich, wie schon erinnert worden, der größern Dichtheit der Atmosphäre in den schwefelichten und harzigen Körpern zu. Wenn man zu dieser noch hinzunimmt, welches ich im Vorbeygehen erinnere, daß in solchen Körpern nicht, wie bey dem Glase, die electrische Bewegung durch die Erschütterung und Oscillation der Theile unterstützt wird; so wird man dasjenige ziemlich beysammen haben, was in der Unterscheidung der glas- und harzartigen Electricität wahr ist, zugleich aber einsehen, daß beyde nur verschiedene Grade und Oscillationen von einerley wirkenden Ursachen der Electricität sind. Diesen Unterschied aber will du Fay eben dadurch bestätigen, weil ferner 6) bey einer Kugel von Bergcrystall die Electricität beträchtlich vermindert worden, da die Luft ausgepumpt worden, welche aber wieder hergestellet wurde, wenn nach Hinzulassung der Luft vom neuen gerieben worden; welches mit meinen Sätzen übereinstimmet. In eben dieser Abhandlung findet man auch Versuche, daß eine dichter gemachte, oder auch nur mit einer stärkern Druckkraft, vermittelst des Feuers, versehene Luft die Electricität einer geriebenen Röhre

gung im luftleeren Raume entstehen, als zum Anziehen leichter Körper erfordert wird. Muß nun aber die Luft dem electrischen Wirbel durch ein Zusammendrücken, so wie der Feuerflamme, Dienste thun; so darf ihre drückende Kraft auch nicht gar zu groß seyn. Sie wird sonst die Bewegung des Wirbels eben so dämpfen, wie sie das Feuer auslöschet. Es kan aber die Luft auf zweyerley Art eine allzustarke Druckkraft bekommen, einmal, wenn sie dichter gemacht worden, und ferner wenn sie eingesperret ist, und doch ihre Theile durch die Wärme gar zu sehr ausgedehnet werden. In beyden Fällen wird auch die Electricität verhindert. Denn man kan mit einer Röhre oder Kugel, darinnen eine stark verdichtete Luft ist, nicht electrisiren, und wenn die Kugel zwar eine Oeffnung hat, aber zu sehr erhitzt wird, und also die Luft,

Zweyerley Art, wie die allzustarke Druckkraft der Luft die Electricität hindert.

Röhre sehr merklich hindert, und daß es auch dabey eben an der Dichtheit und größern Druckkraft der Luft lieget, und nicht etwan nur an den feuchten Dünsten, welche bey Verdichtung der Luft in die Röhre zugleich gebracht worden. Denn wenn sich das zu electrisirende Stück des Körpers nicht zwischen zwey Portionen von Luft befindet, welche einander am Druck bey nahe gleich sind; so wird die Bewegung der electrischen Atmosphäre allezeit auf der einen Seite zum Theil verhindert.

Luft, die darinnen versperret bleibt, durch das Feuer zu sehr ausgedehnet ist; so gehen die electrischen Wirkungen auch nicht mehr von statten.

§ 270.

Wie das Anziehen electrischer Körper geschiehet.

4) Das electrische Anziehen leichter Körpergen geschiehet theils dadurch, daß die ausgetriebene und hernach durch den Widerstand der Luft und ihre Bestrebung zum Zusammenhange zurückkehrende Materie dieselben mit sich zu dem electrischen Körper hinführet, welches daher, weil das Zurückkehren der Wirbelmaterie selbst keine Regel halten kan, in mancherley Direction geschiehet: theils trägt auch die aus andern Körpern, und aus der Erdatmosphäre hinzufahrende Materie darzu bey. Weil sich diese Ursachen auch auf den Fall schicken, wenn die leichten Körpergen sich im luftleeren Raume befinden, und die electrische Röhre von aussen an die gläserne Glocke genähert wird; so kan auch alsdenn ein Anziehen derselben erfolgen, ob es wohl sich schwächer zeiget, und gewisse Vorsichtigkeit dazu erfodert wird, weil die Glocke die electrische Bewegung zum Theil hindert. Entstehen nun, indem ein solches Körpergen an den electrischen Körper kommt, eine genugsame Menge Berührungspuncte, so bleibet es an ihm kleben § 196, ausserdem fällt es durch seine eigene Schwere, oder eine andere von innen heraus kommende

Bewe-

Bewegung wieder ab. Daher formiren auch die Fäden in der electrischen Kugel Radios gegen die Peripherie, so lange electrisiret wird. Denn vermöge der Vis centrifugæ, die sie erlangen, streben sie darnach, und wenn sie ihrer Biegsamkeit und Schwere wegen dergleichen steife Linien zu formiren noch nicht geschickt wären, so werden sie durch die zu beyden Seiten hin und her fahrende Materie unterstützet. In dieser Lage aber werden sie gestöret, wenn man gegen die Kugel bläset, weil dadurch die ordentliche Bewegung des Wirbels durch die Poros des Glases gehindert wird; oder auch die mit dem Athem verbundenen feuchten Dünste dieselben zum Theil verstopfen (*). Wenn man mit einer electrischen Röhre zwischen ein angezündetes Licht, und ein an einem Faden schwebendes Goldblättgen kommt: so wird das Blättgen davon angezogen, hingegen an der Flamme wird keine Veränderung verspüret. Nemlich das Blättgen wird theils durch die Materie des Strudels, theils durch andere herzufahrende Materie, welche an der electrischen Röhre weniger Widerstand hat, hingetrieben. Die Flamme aber ist ein allzuvermögender Körper, und welcher die Luft gegen alle Seiten heftig von sich stösset, daß an ihr keine Neigung gegen den electrischen Körper entstehen kan. Die

aus

(*) Nolet l. c. p. 130.

aus ihr ausfahrenden Theilgen können vielleicht den Wirbel vermehren helfen, welches aber nicht merklich wird. 5) Weil aber alle Materie undurchdringlich ist, so muß auch die ausfahrende electrische Materie solche leichte Körpergen, an denen sie beqvem genug antrifft, eben sowohl von dem Körper hinweg stossen, als die zurückkehrende andere zu ihm hinzuführet, wie auch die Erfahrung lehret. Alles Anziehen und Wegstossen muß geschehen nach Proportion der undurchdringlichen Puncte in den Körpergen und der beqvemen mechanischen Application der stossenden Kraft.

Wie das Fortstossen geschiehet.

Es kan daher auch 6) ein gegen eine electrische Röhre in einer kleinen Entfernung aufgerichtetes Goldblättgen, welches viereckigt und etwan anderthalb Daumen breit ist, mit gehöriger Vorsichtigkeit in dieser Lage unter der Röhre hinbewegt werden (*), welches nemlich alsdenn angehet, wenn der Druck der electrischen Materie von beyden Seiten bey nahe gleich ist, welches gar oft so treffen muß. Denn weil sich die ein- und ausfahrende Materie nach der Lage der Pororum und sehr viel zufälligen Ursachen des Zusammenstossens mit andern Theilgen richten muß; so kan man ihr zwar mit Grunde keine beständige Direction zuschreiben, und man hat eben so wenig

Warum ein Goldblättgen aufgerichtet unter einer electrischen Röhre hinbewegt werden kan.

(*) Nolet l. c. p. 58.

wenig Ursache ihre Bewegung sich in lauter geraden zusammen und aus einander fahrenden Strahlen vorzustellen, als man Grund hat, dieselbe vor einen regulären Wirbel anzunehmen, sondern sie ist unordentlich und in Ansehung jedes Theilgens anders. Allein man hat doch auch keinen Grund auf der einen Seite des Goldblättgens beständig mehr gerade, oder mehr krummlinichte Bewegung, als auf der andern anzunehmen, sondern in einer merklichen Grösse des Blättgens wird die Ungleichheit des Druckes auf einem Theile seiner Fläche von der einen Seite, leichte durch den ungleichen Druck eines andern Theiles auf der andern Seite gutgethan werden können, wodurch das Blätgen geraume Zeit aufrecht muß können erhalten werden. 7) Man kan auch leicht einsehen, wie ein angezogenes leichtes Körpergen bey Annäherung eines nicht electrisirten Körpers von jenem abspringet, und, wenn die Lage beqvem ist, sich an diesen anhänget. Denn wenn ein mittlerer Körper B mit dem einen C stärker, als mit einem andern A zusammen hängt; so muß er sich von A absondern § 98, 195. Dieser Fall kommt hier vor. Denn wenn z. E. die Atmosphäre des electrisirten Körpers mit der Atmosphäre des drangehaltenen Fingers stärker zusammen hängt, als das leichte Körpergen mit jenem; so wird es

Wie angezogene leichte Körpergen von den electrischen abspringen, und sich an nicht electrische anhängen.

durch

durch die electrische Atmosphäre ab, und gegen den Finger hingestossen.

§ 271.

8) Die electrische Kraft ist unerschöpflich. Denn indem ein Theil der bewegten atmosphärischen Materie sich zerstreuet, oder in andere Körper übergehet; so dringet aus der Luft und aus andern nahen Körpern immer wieder andere herzu, welche sich eine Atmosphäre und einen electrischen Wirbel zu machen eben so wohl schickt. Weil man nun das Reiben mit der trockenen Hand kräftiger, als das mit wollenem Zeuge, oder mit Küßgen befunden hat (*); so muß die Ursache daran gelegen haben, daß aus den Händen selbst mehr zur Electricität sich schickende Materie in das Glas übergehet, als aus andern Körpern geschehen kan. 9) Die Wärme der Körper befördert die Electricität. Der Grund davon ist mancherley. An festen Körpern machet sie durch die Ausdehnung derselben die Poros weiter, und stösset auch gewisse leicht bewegliche Theilgen inwendig ab, oder mindert ihren Zusammenhang mit dem Körper, löset sie auch wohl selbst in subtilere Theilgen auf. Durch alles dieses befördert sie die Bewegung der electrischen Materie, und machet sowohl die Erzeugung als Bewegung der electrischen Atmo-

Warum die electrische Kraft unerschöpflich ist.

Warum die Wärme die Electricität befördert.

(*) Nolet l. c. p. 22.

Atmosphäre leichter. Weil auch die electrische Materie grossentheils Feuer ist; so machet die Erwärmung der Körper, daß sie die Wärme aus dem electrischen Wirbel nicht mehr in sich ziehen und unbeweglich fest halten, wie sonst nach den Gesetzen der gleichen Vertheilung § 191 geschehen würde. Dieses schicket sich auch auf die flüßigen Körper, deren Theile sie über dieses beweglicher machet. Daher lässet sich zwar eine gläserne Röhre, darein warm Wasser gegossen ist, electrisiren, nicht aber eine solche, die voll kaltes Wassers ist. Denn im letztern Falle wird die Materie der Wärme in das kalte Wasser gezogen und vertheilet, ohne daß sie durchs Reiben leicht heraus getrieben werden und eine bewegte Atmosphäre machen kan, so lange nicht erst das Wasser selbst gnugsam warm geworden.

§ 272.

Warum einige Körper keiner ursprünglichen, sondern nur der mitgetheilten Electricität fähig sind.

10) Einige Körper, z. E. die Metalle und das gemeine Holz, sind keiner ursprünglichen Electricität, sondern nur der mitgetheilten, fähig. Die Ursache liegt theils in der Porosität, theils in der Lage der Pororum, theils in der Beschaffenheit der Materie. Denn wenn der Körper gar zu grosse Poros hat; so trägt die Materie, die man durchs Reiben in Bewegung bringet, nach Proportion des Raumes, darinnen sich andere Materie befindet, und ge-

gen

gen welche man nicht mit wirken kan, wenig aus. Ferner wenn die Pori sehr krumme Gänge machen, so werden die durchs Reiben eingetriebenen Theilgen an der ersten Ecke repercutiret, und es ist kein Grund verhanden, warum sich eine in dem krummen Gange fortgehende Bewegung daraus erzeugen sollte. Sie kommen also auf der andern Seite nicht wieder heraus, und wenn deren, wie gemeiniglich, auch so viel nicht ist, daß sie durch eine zurückspringende Bewegung ihrer Eindrückung wegen auf eben der Seite wieder herausfahren; so entstehet gar kein electrischer Wirbel. Endlich kan es noch an der Beschaffenheit der Materie insofern liegen, daß ihre festen Theile vielleicht diejenige Art von Elasticität nicht haben, daß sie sich in eine solche Erschütterung und Oscillation setzen liessen, welche bey geringer atmosphärischer Materie ihre Bewegung zu befördern und dadurch die Erzeugung einer grössern Atmosphäre aus der Luft zu veranlassen geschickt wäre. Kan nun diese ermangelnde Ursache der Electricität nicht etwa durch eine desto grössere Menge von elastischer flüßiger Materie in dem Körper, und sonderlich von beqvem eingeschlossenen Feuertheilgen ersetzet werden, dergleichen bey dem Schwefel und harzigen Körpern statt findet; so kan abermal durchs Reiben keine Electricität entstehen. Z. E. die metal-

lenen Theilgen lassen sich durch Reiben nicht in Oscillation bringen, und ihre Pori sind auch sehr krummlinicht. Daher nehmen sie durch Reiben keine Electricität an. Das Holtz aber hat allzuweite Poros, und die doch krummlinicht sind, und die darinnen befindliche Luft widerstehet der erforderten Oscillation der Theile (*). Schwefel und harzige Körper sind zwar zur Oscillation nicht geschickt, und ihre Pori sind auch krumm; sie haben aber desto stärkere und dichtere Atmosphären, und in ihren Poris enthalten sie viel beqvem eingeschlossene Feuertheilgen, welche beym Reiben durch die Wärme auch mehr aufgelöset und subtilisirt werden. Daher springen die durchs Reiben hineingedruckten und die darinnen zusammengepreßten elastischen Theilgen häufig zurück, und suchen sich Wege, wo sie könuen, daß sie entweder auf einer andern, oder auf eben der Seite wieder herausfahren, und hiermit einen Wirbel erzeugen. Daher lassen sie sich durch Reiben electrisiren, obwohl nicht in dem Grade, wie das Glas, welches wegen seiner Elasticität und geradelinichten Pororum sonderlich dazu geschickt ist. Hingegen stehen

(*) Daher hat es du Fay durch Reiben noch electrisch machen können, wenn er es zuvor recht trocken, geröstet und brennend heiß gemacht hat. Herr Gralath l. c. p. 198.

hen die erzehlten Hindernisse nicht im Wege, daß Körper, die durchs Reiben nicht electrisch werden, doch eine mitgetheilte und auch wohl viel stärkere Electricität annehmen können, als diejenige ist, die durchs Reiben erlanget wird. Denn bey der mitgetheilten Elecricität ist die Art zu wirken anders. Denn die aus dem electrischen Wirbel des geriebenen Körpers eindringende Materie suchet sich die beqvemsten Wege, indem sie dahin weichet, wo sie den wenigsten Widerstand hat, ohne iedoch, daß sie mit Gewalt hingestossen würde, und repercutiret werden müßte. Desgleichen ist klar, daß keine Lage der Pororum hindern kan, daß die Materie in dem zu electrisirenden Körper gegen den electrischen Wirbel des geriebenen Körpers zudringen kan, wenn sie daselbst weniger Widerstand hat. Folglich kan in allerley Körpern, die sich zum Reiben nicht schicken, doch durch Annäherung an einen electrischen Wirbel eine heftige innerliche Bewegung und mithin auch eine electrische Atmosphäre erzeuget werden, welche ie heftiger sie wird, auch immer mehr Materie aus der Erdatmosphäre zu sich versammlen kan, bis sie zu ihrer höchsten Größe gelanget. Waren sie nun vorhin schon mit einer starken Atmosphäre versehen, dergleichen man vom Eisen schliessen kan § 266; oder enthielten sie viel feuriges und phosphorartiges in sich, wie

 die

die lebendigen Thiere, so ist nicht zu verwundern, daß die mitgetheilte Electricität die ursprüngliche so leicht an Stärke übertrifft. 11) Hingegen manche Körper, welche durch Reiben electrisch werden, nehmen kaum eine merkliche mitgetheilte Electricität an, z. E. Schwefel, Siegellack u. s. w. Dieses lieget ohne Zweifel theils an der Dichtheit und Unbeweglichkeit ihrer Atmosphäre; daher das Eindringen des subtilen electrischen Wirbels, oder eine geringe Störung des Gleichgewichtes in der Atmosphäre nicht so viel, als der gewaltsame Stoß des Reibens wirken kan: theils lieget die Schuld daran, daß die innerlich befindlichen und zur Electricität geschickten Theilgen grossentheils erst durch die beym Reiben entstehende Wärme von andern abgesondert, subtilisiret und beweglich gemacht werden müssen. Daß das Glas die mitgetheilte Electricität schwerlich annimmt, kommt daher, weil die Oscillation seiner Theile zu seiner Electricität ein Hauptgrund ist, welche zwar füglich durchs Reiben hervorgebracht wird, ausser dem aber eine sehr gewaltige Bewegung der subtilen Materie erfordert, wenn sie entstehen soll.

Warum manche Körper die durchs Reiben electrisch werden, schwerlich eine mitgetheilte Electricität annehmen.

§ 273.

12) Die electrische Bewegung setzet sich sehr schnell und sehr weit fort. Hiervon liegt der Grund theils in der Materie, theils

Warum sich die electrische Bewegung sehr

theils in der Art zu wirken. Die Bewegung aller gnugsam subtilen und elastischen Materien gehet unglaublich geschwind fort, wie wir von dem Schalle, und noch mehr von dem Lichte, wissen. Es kommt aber auch hier noch die besondere Art zu wirken bey dem grössten Theile der electrischen Materie hinzu. Denn indem die Electricität einem Körper an den Wirbel eines schon electrisirten mitgetheilet wird; so schiesset die electrische Materie gegen den Wirbel als gegen den Ort zu, wo sie weniger Widerstand hat. Hiermit muß auch alle darhinter und in solchen Hölungen liegende Materie, welche Gemeinschaft mit einander haben, so gleich nachschiessen. Es gehet also damit nicht wie bey dem Schalle, oder bey der Bewegung einer geschossenen Kugel durch die Luft, zu, welche in allen Augenblicken gegen einen neuen Widerstand beweget wird, und daher, weil sie stets etwas von ihrer Kraft verlieret, die Bewegung nicht allzuweit fortsetzen kan. Es ist vielmehr damit so bewandt, als wie, wenn eine lange Reihe Kugeln auf einer schiefen Fläche liegen, und sie sämtlich nachschiessen, so bald sich die unterste beweget, oder wie sich in der Ferne das Fenster aufthut, wenn man die Thür plötzlich aufmachet. Ich meine, die Körper weichen ohne Verminderung der Kraft, dadurch sie getrieben werden, gegen eine Gegend, wo und

schnell und weit fortsetzet.

wiefern sie keinen Widerstand haben. In unserm Falle muß der Aether, welcher die Theilgen gegen den Ort des schwächern Widerstandes fortdrücket, dieselben beym Ausweichen des äussersten Theilgens sämtlich in Bewegung bringen, wenn sie in einer Gemeinschaft habenden Hölung hinter einander liegen, die Reihe sey auch so lang, als sie wolle.

§ 274.

Warum die zu electrisirenden Körper sich frey befinden, oder auf solche Materien, die durch heftiges Reiben electrisch werden, gestellet werden müssen.

13) Die Erfahrung lehret, daß ein zu electrisirender Körper entweder ganz frey, oder auf einen andern gestellet werden muß, welcher nicht anders, als durch heftiges Reiben merklich electrisch wird, z. E. Pech oder Glas. Denn sonst wird der Stoß, welchen der electrische Wirbel gegen den zu electrisirenden Körper ausüben soll, unter gar zu viel Materie zerstreuet, mit welcher dieser in Verknüpfung ist. Demnach kan sich sodenn keine sinnliche Wirkung mehr davon äussern. Ferner wenn der auf dem electrischen Wirbel von ferne und aus allen Gegenden zufahrenden Materie zu viel ist; so hindert sie einander selbst. In den Poris wird sie zu dichte, und reagirt einander selbst, so, daß keine bewegte Atmosphäre entstehet, und äusserlich wird die Störung des Gleichgewichtes, davon die Bewegung der Atmosphäre abhangen sollte, durch gar zu viel zuschiessende Materie

gar

gar bald aufgehoben. Beyden Stücken aber wird abgeholfen, wenn der zu electrisirende Körper gnugsam abgesondert gestellet, und z. E. an Seide oder Haaren aufgehängt wird. Eben dieses aber wird auch durch solche Materien erhalten, welche durch Reiben electrisirt werden müssen, wenn der Körper darauf gestellet ist. Denn weil die Atmosphäre derselben zu dicht und unbeweglich ist, oder auch wohl durch Reiben und Wärme die Materie erst in ihren Poris beqvemer gemacht, und mehr atmosphärische Materie durch Auflösen und Subtilisiren erzeugt werden muß § 272: so wird dergleichen Körper durch die Berührung eines solchen, welcher die mitgetheilte Electricität hat, nicht selbst electrisch, oder er wird es doch nicht in dem Grade, daß es jener nachtheilig wäre. Doch da die Anwendung des gegebenen Beweises nach Proportion der Stärke der Electricität selbst Grade leidet; so siehet man zugleich, warum bey sehr starker Electricität ein Mensch, auch wenn er auf Holz stehet, noch im schwächern Grade electrisch bleibet. Ingleichen ist auch zu merken, daß im Fall die erforderten Bedingungen nicht beobachtet werden, die Electricität nur verhindert wird, wiefern sie von der Bewegung des atmosphärischen Wirbels abhangen sollte. Gewisse andere Wirkungen, welche von der Oscillation ihrer Theile her-

Einschränkung der Regel bey sehr starker Electricität.

und in Ansehung unterschiedener electrischen Wirkungen.

herkommen, und davon wir gleich reden wollen, können auch bey Berührung solcher Körper, welche die mitgetheilte Electricität annehmen, noch fortdauren.

§ 275.

Warum die Feuchtigkeit die ursprüngliche Electricität hindert, und doch das Wasser die mitgetheilte Electricität annimmt und befördert.

14) Die Feuchtigkeit, z. E. am Glase, hindert die ursprüngliche Electricität. Gleichwohl lässet sich das Wasser selbst die Electricität mittheilen, und fast stärker, als irgend ein anderer Körper, und ein angefeuchteter Strick wird durchs Wasser zur Electricität geschickter. Dieses kan wohl mit einander bestehen. Weil die ursprüngliche Electricität entstehet, indem die atmosphärische Materie durchs Reiben ein- und ausgetrieben, und durch Fortsetzung solcher Bewegung selbst eine grössere Atmosphäre erzeuget wird; so wird sie verhindert, wenn die Pori des Glases verstopfet werden. Dieses thun die subtilsten Wassertheilgen, indem sie mit dem Glase zusammenhängen, und in einer dünnen Fläche darauf verstreuet sind. Hingegen da die Flüßigkeit des Wässers mittelbar ist, und von der Materie der Wärme abhanget, welche sich selbst schicket electrische Materie abzugeben; so ist es zur mitgetheilten Electricität geschickt § 268, welche es daher auch in dem nassen Stricke befördert, nemlich indem nun sowohl die Materie des Wassers als des Strickes electrisiret werden, und doch beyde zusammen einen Körper ausmachen.

§ 276.

§ 276.

15) Die Electricität kan brennende Funken erzeugen, und leicht entzündliche Spiritus, z. E. quintam essentiam vegetabilem, oder gewärmten Spiritum vini anzünden. Denn es ist eine von den Arten, wie Feuer erzeuget wird, daß die Feuermaterie nur in gnugsamer Menge zusammen kommen darf, und alsdenn die Behältnisse, darein sie eingeschlossen ist, gegen einander gestossen, und dadurch zerbrochen werden, wodurch das verschlossene Feuer heraus und in die nächsten Theile eindringet, dieselben ebenfalls zerreisset, und so weit es gnugsam dichte und leichte zu zerreissende Nahrung antrifft, Funken und Flammen erzeuget. Eine solche Zusammenhäufung geschiehet nun, indem ein nicht electrischer Körper mit seiner Atmosphäre in den Wirbel eines electrischen kommt, und auf vielerley ähnliche Art (*). Denn indem die Feuermaterie gegen den Ort des schwächsten Widerstandes schnell zufähret, und doch gesetzt wird, daß der eine Körper nicht, oder weniger electrisch, als der andere, ist; und demnach die Feuermaterie in seiner Atmosphäre noch dichte beysam-

Wie die Electricität brennende Funken erzeuget und zündet.

(*) Daher steiget auch der Thermometer an einem electrisirten Glase oder in der Hand eines electrisirten Menschen. s. Hrn. Prof. J. H. Winklers Ged. von der Electricität § 74 ꝛc.

beysammen ist; so kan sie sich entzünden. Daher, weil allemal beyde Körper zugleich darzu beytragen, ist es auch einerley, ob z. E. der electrisirte Mensch den Löffel mit dem Spiritu hält, an den sich ein anderer mit dem Finger nahet, oder ob jener den Finger daran bringt, indem dieser den Löffel hält. Weil es hauptsächlich auf die Dichtheit und Menge der Materie des Feuers ankömmt, wenn ein Zünden erfolgen soll; oder weil auch der Abgang derselben bisweilen durch eine desto schnellere Bewegung und ein Gegeneinanderstossen der Feuertheilgen ersetzt werden kan; so ist es, wo diese Ursachen vorkommen, auch möglich, daß in gleichem Grade electrisirte Körper durch ihre Gegeneinanderwirkung Feuer erzeugen. 16) Doch da nicht iedwede Flamme einen ieden Körper entzünden kan, indem es auf die Menge und Beschaffenheit der Capsuln des Feuers in dem letztern ankommt, welche bald mehr, bald weniger Zeit erfordern, um bis zum Zerspringen durchdrungen und ausgedehnt zu werden; so muß es daran liegen, daß, wie berichtet worden, das electrische Feuer das Schießpulver gar nicht, oder doch sehr schwerlich, zündet, sondern es ordentlicher Weise nur zerstreuet (*). Nemlich weil die

Warum das electrische Feuer kein Schießpulver zündet, sondern es nur zerstreuet.

(*) Daß durch das electrische Feuer das Schießpulver sich nicht entzündet hat, sondern

die kleinsten Pulverkörngen eine sehr zusammengepreßte Luft in sich halten; so müssen die Behältnisse dieser Luft in Vergleichung mit der Hölung der Kugel sehr dicke seyn. Dahero können sie nicht anders, als durch ein genugsam dichtes und mit einem gemäßigten Grade der Geschwindigkeit fortdringendes Feuer durchbrochen werden, wenn nicht besondere zufällige Ursachen die Entzündung bisweilen befördern. Hingegen, da ein einziges solches Körngen eine sehr geringe Schwere hat; so kan es wohl durch die electrische Bewegung leicht mit fortgeführet, und also das Pulver zerstreuet werden. 17) Weil bey der Erzeugung des Feuers, indem die Behältnisse desselben schnell zerspringen, und durch die ausdehnende Bewegung des Feuers gegen alle Seiten gestossen werden, auch die umher befindlichen Lufttheilgen in eine gewisse zitternde Bewegung gesetzt werden können, durch welche der Schall entstehet; so ist daraus das Knistern herzulei-

Woher das Knistern bey den electrischen Funken entstehet.

sondern nur verflogen ist, hat Gio. Franc. Pivari in einem Briefe von der Electricität berichtet. s. Leipziger gelehrte Zeit. 1748, St. 39 p. 347. Herr Prof. Bose aber in tentam. electr. P. I p. 78 schreibt: Pulvis nitratus micat. Mox in turbinem coacervatur, mox rejiciendus. Singulari rutuba gyrovagatur. *Multis incassum tentatis & ipse pulvis pyrius deflagrat.*

zuleiten, welches man bey den electrischen Funken höret.

§ 277.

Wie durch die electrischen Bewegungen das leuchten möglich ist.

18) Das leuchten (*) geschiehet durch die Bewegung des subtilsten Aethers, welcher sich allenthalben befindet, sobald derselbe in gnugsamer Menge in geraden Linien gestossen wird. Demnach ist auch durch die electrischen Bewegungen das leuchten möglich. Denn es folget solches daraus, weil Feuer durch dieselben erzeuget werden kan § 276, und wir aus der Erfahrung wissen, auch aus der sich ausbreitenden Bewegung der Feuertheilgen leicht begreiffen, daß das Feuer den Aether in die zum leuchten nöthige Bewegung setzen kan. Es ist aber zu merken, daß das Feuer schon zum leuchten geschickt seyn kan, wenn es gleich so schwach ist, daß dadurch noch kein Zünden oder eine uns empfindliche Wärme entstehet, daher z. E. die electrischen Funken aus todten Thieren, die man vermittelst des Glases electrisirt hat, nur leuchten, aus lebendigen aber auch brennen und

(*) Hausen unterscheidet dreyerley Arten des electrischen Lichtes, die empfindliche und knisternde Flamme, den blaulichten Kegel, welcher an der Spitze ein röthliches Feuerfünkgen hat, und die blassen und bloß leuchtenden Fünkgen, vid. novi profectus in hist. electricitatis p. 7.

Verschiedene Arten des electrischen Feuers.

und zünden (*). Weil nun beym Electrisiren die Feuermaterie aus und in den electrischen Körper, so wie die Figur der Pororum und andere Zufälle ihr die Direction geben, häufig hin und wieder fähret; so ist auch schon die Erzeugung eines zum Leuchten hinlänglichen Feuers dadurch möglich, daß sich zufälliger Weise mehrere Strahlen von Feuermaterie durchkreuzen, woraus man die von sich selbst hier und da erscheinenden electrischen Funken herzuleiten hat. Hingegen diejenige Versammlung der Feuermaterie, welche mit einer Beständigkeit zu erfolgen pfleget, findet nur statt, wo zwey Atmosphären nahe zusammen kommen, ingleichen an denen spitzigen Extremitäten stark electrisirter Körper, daher auch z. E. bey eisernen Stäben das electrische Licht daselbst Büschel von Strahlen machet, welche einen Kegel vorstellen, dessen Spitze sich nach dem Körper kehret. Denn in einer solchen Extremität laufen viele hole Gänge, in denen sich die electrische Materie beweget, und welche unter einander Gemeinschaft haben zusammen, und

(*) Als Herr Prof. Bose einen Kasten mit mancherley Bergstuffen electrisiret, haben diejenigen, welche Metall hielten, das so genannte männliche, d. i. brennende Feuer, die tauben Bergarten aber nur das weibliche, d. i. bloß leuchtende, Feuer von sich gegeben. Siehe dessen tentamina electrica P. I p. 94.

und da der Raum klein ist, und ihnen also daselbst von der Luft in keiner großen Fläche widerstanden werden kan; so bricht die Feuermaterie dahin in Bewegung aus. Daß dieses electrische Licht, wie ein iedwedes anderes aus einander fahrende Strahlen machen muß, brauchet keines Beweises. Daß sich aber die Strahlen einander nähern, und endlich parallel werden, und einen Funken erzeugen, wenn man mit dem Finger nahe kommt, hat seinen Grund in dem Zusammenhange der electrischen Materie mit der Atmosphäre des Fingers, daher die zuvor aus einander fahrende Materie dahin als gegen den Ort des schwächsten Widerstandes sich beweget. Dieser Umstand erläutert zugleich, daß die Materie, welche das electrische Licht machet, mit derjenigen, welche Feuer zeuget, einerley ist, und daß das Feuer nur bey der größern Dichtheit derselben entstehet. Daß die erwehnten Büschel von Strahlen sich gegen den luftleeren Raum in einer Glaskugel häufiger bewegen, kommt ebenfalls daher, weil sie daselbst schwächern Widerstand finden. Daß die Strahlen am Ende etwas gekrümmt zu erscheinen pflegen, zeiget vermuthlich an, daß die electrische Feuermaterie, deren Strom den leuchtenden Strahl machet, schon daselbst umzukehren genöthiget, zugleich aber auch zerstreuet wird, daß kein gegen den electrischen Körper zurückgehender leuchtender Strahl entste-

Warum die electrischen leuchtenden Strahlen am Ende etwas gekrümmet erscheinen.

entstehen kan, daher auch die Strahlen, welche nach einem luftleeren Raume zufahren, destoweniger gekrümmt gewesen, ie genauer man die Luft ausgeleeret hatte (*). Einige Gelehrte berichten, daß die Funken aus den frischen Pflanzen die Farbe der Blume der Pflanze an sich haben (**). Andere Versuche haben wenigstens von frischen Pflanzen ein schön gefärbtes z. E. purpurblaues electrisches Licht gelehret (***). Dieses beweiset, daß bey der Electrisirung wirklich eine Menge subtiler Materie, und die ölichter Natur ist, in dem Körper aufgelöset, abgesondert, und in dem Wirbel mit herum getrieben wird. Denn in der Blume befindet sich das am meisten ätherische und subtilisirte Flüßige der Pflanze, dessen Theile daselbst aus der Masse, die durch die ganze Pflanze circuliret, abgesondert worden. Man siehet aber aus dieser Erfahrung, daß durch die Electricität diese feinen Theilgen aus der andern Masse der Pflanze, auch mehr oder weniger abgesondert und herumgetrieben werden. Es kan ferner auch das Licht durch die blosse Bewegung und Repercußion des Aethers an einem Orte, der nur von der Luft gereiniget

Farbe des electrischen Lichtes.

Warum ausgepumpte gläserne Röhren oder Kugeln stärker leuchten.

(*) Hamburg. Magaz. 1 B. 6 St. p. 158, aus einem Italiänischen Werke dell Electricismo, welches zu Venedig heraus gekommen.

(**) Pivari l. c.

(***) Hamb. Mag. 2 B. 6 St. p. 629.

wenn sie gerieben werden.

niget ist, hervorgebracht werden, wie der merkurialische Phosphorus und die leuchtenden Barometer beweisen. Folglich kan die eindringende electrische Materie an einem luftleeren Orte durch ihr Hin- und Herfahren ebenfalls Licht erwecken. Daher obwohl ausgepumpte Röhren oder Kugeln gar nicht, oder weniger, ziehen § 269; so leuchten sie doch desto stärker. Weil aus der Hand, damit gerieben wird, beständig electrische phosphorartige Materie nachfähret; so leuchtet der Theil der inwendigen Fläche am meisten, wo die Hand anlieget. Ja der Schein von derselben wird sichtbar, wenn gleich die Glaskugel inwendig mit Wachs überzogen, und nur um die Pole der Raum davon leer gelassen worden, daß man hineinsehen kan (*), welches eine grosse Gewalt und Dichtheit der daselbst herausfahrenden feuerartigen electrischen Materie anzeiget, daher es auch wohl möglich ist, was man erzehlet, daß Leute, welche eine gläserne Kugel durch Reiben mit der Hand eine geraume Zeit electrisiret haben, endlich eine Müdigkeit in den Gliedern empfinden.

§ 278.

Warum die Electricität in manchen Körpern so lange fortdauret.

19) Daß die Electricität in manchen Körpern so lange fortdauret, und bisweilen noch des andern Tages, ja wohl nach einigen Monaten noch Spuhren davon gefunden

(*) Nollet l. c. p. 172.

funden werden (*), liegt theils an denen Oscillationen der Körper, deren sich die Natur so sehr häufig bedienet, theils bisweilen noch an ihrer besondern Stellung und Beschaffenheit. Die Oscillationen muß man sich theils in den festen Theilen vorstellen, wie z. E. eine Glocke eine Weile fortbrummet (**), theils auch in der Bewegung der flüßigen, und sonderlich der atmosphärischen Theile, auf die Art, wie das Quecksilber in einem Barometer, den man schwenket, eine Zeitlang sich auf und nieder beweget. Es scheinet aber auch, daß in manchen Exempeln die besondere Stellung und

(*) Z. E. Eine mit der Hand geriebene Röhre bleibet eine halbe bis drey Viertelstunden electrisch, wenn man sie nur nicht sehr beweget. Eine stark electrisirte Kugel, und die hernach in ihren Axen hängen bleibt, verliert oft die ganze Kraft erst in 5 oder 6 Stunden. Ein Glas Wasser, welches, nachdem es stark electrisirt worden, an denen seidenen Fäden hängen bleibt, ist noch in 10 bis 12 Stunden electrisch. Eine gläserne Cucurbita halb voll Wasser ist noch nach 36 Stunden electrisch befunden worden u. s. w. Nollet Essai sur l'Electr. p. 48-50.

(**) Zur Erläuterung dienet, daß an den gläsernen Springekölbgen, davon § 212 geredet worden, Herr D. Wagner in Bayreuth, und Herr Hanow in Danzig gefunden, daß dieselben, wenn eine Schreibefeder darinnen geschüttelt, und sie darauf hingesetzt worden, nach einiger Zeit,

Art der Materie dazu beyträgt. Denn, daß z. E. ein geriebener neu gegossener Kegel von Schwefel, Harz oder Wachs, den man hernach in ein conisches Glas thut, darein er passet, noch nach etlichen Monaten electrisch befunden wird (*), scheinet mit von der Stämmung einer Materie her zu kommen, die durchs Glas nicht gehen kan, und welche bey der Versperrung ins Glas eine Zusammenpressung elastischer Theilgen in den Poris des Körpers veranlasset, durch deren Ausdehnung, so bald derselbe herausgenommen wird eine innerliche Bewegung und ein schwacher electrischer Wirbel entstehet. An neugegossenen Schwefelstangen haben sich auch nach etlichen Monaten noch Spuhren der Electricität gefunden, ohne daß sie gerieben oder gewärmet worden (**), welches anzuzeigen scheinet, daß die darinnen häufig befindliche Materie der Wärme lange Zeit in Bewegung bleibet, und daß in dieser Art von Körpern die Bewegung, welche da ist, wenn sie gegossen worden, eine Electricität erzeugen kan. Wenn aber die Körper die Electricität eine Zeitlang behalten sollen; so

z. E. nach drey Viertelstunden zersprungen, welches ebenfalls das Fortdauern der elastischen Erschütterung beweiset. s. die Versuche der Naturforsch. Gesellsch. in Danzig 1 Th. p. 543.

(*) Nollet l. c. p. 47.

(**) Herr Prof. Winkler l. c. p. 22.

so dürfen sie nicht sehr bewegt werden. Denn eine iede äußerliche Bewegung hindert und schwächet die Oscillation, wie man an einem schwingenden Pendulo sehen kan, wenn man ein wenig mit der Hand an den Faden rühret. Die Bewegung eines electrischen Körpers aber thut hier eben das, was die Hand bey dem Pendulo thut, weil der Körper nicht anders als gegen widerstehende Materie beweget werden kan.

§ 279.

Warum die electrisirten Körper die Electricität verlieren, wenn man durch Annäherung eines nicht electrischen Körpers einen Funken herauslocket.

20) Die meisten electrisirten Körper verlieren ihre Electricität, wenn man durch die Annäherung eines nicht electrischen Körpers einen Funken herauslocket, daher auch zur Herauslockung der Funken und zum Anzünden eines Spiritus es besser ist mit einer Kugel als mit einer geriebenen Röhre zu electrisiren, weil die letztere den Körper nur zu einem Funken geschickt machet, dahingegen die erstere ihm die electrische Kraft durch ihre fortwährende Bewegung so gleich wieder giebt. Der Grund hiervon wird begreifflich, wenn man überleget, daß die Atmosphäre des nicht electrischen Körpers, wenn er sich dem electrischen nähert, um einen Funken daraus zu locken, mit Gewalt in die electrische Atmosphäre eindringen muß, welche Bewegung sich durch den ganzen electrisirten Körper fortsetzet, und gleichwohl, da sie eine widrige Richtung hat, der vorigen Bewe-

gung widerstreitet. Sie bringt also dieselbe durch eine Repercussion § 118 in Ruhe, doch nur unter diesen zwey Bedingungen, erstlich wenn nicht vielleicht die Electricität sehr stark ist, in welchem Falle ihr ein unzureichender Widerstand die Bewegung nicht völlig benehmen kan, und zum andern, wenn sie nicht etwan in dem electrischen Körper nicht bloß durch Bewegung der atmosphärischen Materie bestehet, sondern zugleich großentheils durch die Oscillation seiner Theile unterstützt wird, in welchem Falle diese fortdaurende Oscillation die unterbrochene Bewegung der Atmosphäre selbst in merklichem Grade wiederherstellet. 21) Daß auch zu Herauslockung der Funken nur eine gehörige Annäherung des einen Körpers an den andern, nicht aber eine völlige Berührung beqvem ist, hat nach Verschiedenheit der Umstände mancherley Ursachen. Wenn z. E. der Finger an den Spiritum Vini nur nahe kommt; so entstehen aus der Zusammenhäufung des gegen einander fahrenden Feuers Funken und Flamme. Hingegen würde es nicht erfolgen, wenn man den Finger darein eintauchte, weil der Spiritus Vini auf einmal nur in seiner obersten Fläche zu brennen geschickt ist, und überhaupt alle flüßige Körper, wenn sie gleich Nahrung des Feuers genug enthalten, zum Brennen ungeschickt werden, wenn das zu entzündende Theilgen von andern umflossen

Warum zur Herauslockung der electrischen Funken nur eine Annäherung nicht aber eine völlige Berührung der Körper beqvem ist.

sey wird, welche auf dasselbe zufallen, und die Zerreissung der Feuercapsuln verhindern, oder das Feuer wieder auslöschen. Bey festen Körpern aber ist die gänzliche Berührung aus zweyerley Ursachen schädlich. Denn entweder der anrührende Körper stehet auf Holz oder etwas gleichgültigen; so wird die electrische Bewegung theils zerstreuet, theils in Ruhe gebracht § 274: oder er befindet sich auf Körpern, mit denen die Berührung die Electricität nicht hindert; so machet er mit dem electrischen Körper nunmehro nur selbst ein Continuum, in welchem die electrische Bewegung in den Zwischenräumen fortgehet, und sich auch in den zusammenhangenden Atmosphären fortsetzet. Es ist aber kein Grund vorhanden, warum in demselben Puncte eine besondere Zusammenhäufung, die Feuer erzeugte, entstehen sollte.

§ 280.

Warum die thierischen Körper die mitgetheilte Electricität in sehr hohem Grade annehmen.

21) Die thierischen Körper sind sonderlich geschickt, die mitgetheilte Electricität in sehr hohem Grade anzunehmen, weil ihre Theile zum Oscilliren sehr geschickt sind, und weil sie grösstentheils aus flüßigen Materien bestehen, welche stark electrisirt werden können. Denn das Wasser nimmt selbst eine starke Electricität an, theils wegen des darinnen enthaltenen Feuers, als der Ursache seiner Flüßigkeit, theils auch wegen der Elasticität seiner Theile. Ferner werden die Feuertheilgen,

die sich in den spirituösen Materien befinden, in ihnen in die feinsten und subtilsten Capsuln eingeschlossen angetroffen. Wenn auch gleich die gröbern ölichten Theile die Electricität schwerlicher annehmen, und daher oft zu hindern scheinen; so geschieht doch solches immer aus Gründen und unter Bedingungen, welche sich auf dieselben nicht eben so wohl schicken, wo sie in den thierischen Körpern subtilisirt und in Verbindung mit Theilen von anderer Art angetroffen werden. Daher wirket auch die Electricität auf die menschlichen Körper sehr stark, so daß nicht nur die starken electrischen Funken einen sehr weit eindringenden Schmerz machen, sondern auch daß die Haare sich aufrichten, und man durch den ganzen Körper eine andere Empfindung hat, wiewohl nach Beschaffenheit der Temperamente diese Wirkungen einmal stärker, als das andere, werden. Schwache Thiere, z. E. ein Sperling, sind durch die Electricität gar getödtet worden. Man nehme nun ferner hinzu, daß das Glas die merkwürdige Eigenschaft hat, daß es nicht, wie andere Körper, durch die Berührung mit der Hand seine Electricität verlieret § 274. Wenn man dieses zusammen überleget, so wird man nach der gründlichen Auflösung des Herrn Nollet (*) den Grund

Erklärung des Muschenbroeckischen Versuches.

(*) Essai sur l'Electricité p. 155 &c. Mit diesem Versuche ist derjenige im Wesen einerley, auf

Grund des bekannten Muschenbroeckischen Versuches einsehen, welcher darinnen bestehet, daß von einer electrisirten metallenen Röhre ein Drat in eine halb mit Wasser gefüllte gläserne Flasche gestecket wird, welche Flasche ein Mensch mit der einen Hand hält, und indem er sich mit dem Finger der andern Hand der Röhre nähert, um einen Funken heraus zu locken, einen erstaunlichen Schlag und Erschütterung davon empfindet. Es liegt nemlich derselbige in einer doppelten Repercußion, welche in dem menschlichen Körper von der Flasche her, und von der Röhre her, wo der Funken springet, zugleich verursachet wird. Man kan dieselbe durch nichts anders als mit einer solchen Flasche, oder mit einem Körper, der ihr in dem voretwehnten Hauptumstande gleichgilt, hervorbringen. Denn wollte iemand die Röhre mit der einen Hand anfassen, oder mit einem Instrumente berühren, und mit der andern Hand sich derselben nähern, um einen Funken heraus zu locken; so würde der letztere nicht entstehen können, weil er mit jener Hand der Röhre die Electricität schon benommen hätte. Doch weil bey diesem Experimente der Körper auf Holz stehet, wodurch sonst die electrische Kraft

auf welchen schon vorher der Herr von Kleist gekommen, welchen Herr Gralath beschreibet, und den Kleistischen Verstärkungs-Versuch nennet. Versuche der naturforsch. Gesellschaft in Danzig 1 Th. p. 512 ꝛc.

Kraft zerstreuet wird; so wird überhaupt eine sehr starke Electricität darzu erfordert, daher der Effect nur schwach gewesen, als Herr Nollet an statt der gläsernen Kugel mit einer Schwefelkugel electrisiret hat. Hingegen ist er gar nicht erfolget, wenn er statt dergleichen Flasche ein Gefäß von Wachs, oder Schwefel, oder Metall gebraucht hat, weil die ersten die mitgetheilte Electricität schwerlich annehmen, das letztere aber durch Berührung dieselbe verlieret. Die angeführte Ursache, nemlich daß der Grund des Muschenbroeckischen Versuches in der beschriebenen doppelten Repercußion liegt, hat Herr Nollet durch andere wohl ausgesuchte Erfahrungen bestätiget. Wenn er den Versuch von zwey Personen machen ließ, da einer die Flasche hielt, und der andere sich dem Eisen näherte, und welche beyderseits in der Mitten eine gläserne Röhre hielten; so blitzte in der Röhre ein helles Licht, die Stärke der gegen einander strebenden Bewegung anzuzeigen, dergleichen in unserm Körper nur nicht sichtbar werden kan, weil er nicht durchsichtig ist. Hielten die zwey Personen nur die Finger in der Mitten nahe zusammen, ohne sich zu berühren; so erschien zwischen den beyden einander entgegen stehenden Fingern ein helles Licht, indem der Funke aus der metallenen Röhre gelocket wurde, welches abermal das Entgegenstreben zweyer Ströme electrischer Materie gegen einander lehret.

ret. Stunden aber die zwey Personen, da einer die Flasche hielt, und der andere den Funken lockte, abgesondert; so empfand der letztere nur, wie gewöhnlich, einen Stich ohne innerliche Erschütterung, der erstere aber nur einen Rückstoß, doch eine weitere Empfindung in der Hand.

§ 281.

Warum die electrischen Wirkungen nicht imer, und nicht stets im gleichen Grade, erfolgen.

22) Weil die electrische Kraft von so vielerley und grossentheils sehr veränderlichen Ursachen zugleich abhanget; so verstehet man daraus, warum die Erscheinungen nicht immer, oder nicht allezeit in gleichem Grade, da sind; warum eine gewisse Beschaffenheit der Atmosphäre dazu beyträgt; und warum auch Körper, damit man electrisiret, bald mehr bald weniger geschickt darzu sind, oder auch durch den Gebrauch und die Länge der Zeit mehr Geschicklichkeit dazu erlangen können. Z. E. wenn man gegen einen electrisirten eisernen Stab eine Nadel an einem Faden hält, so wird sie bald wie ein Pendulum schlagen, und einmal geschwinder als das andere, bald eine kurze Zeit ruhen. Das electrische Licht spielet auch nicht immer. Die Ursache lieget ohne Zweifel darinnen, daß die Theile der electrischen Atmosphäre nicht völlig einmal wie das andere sind. Ferner da die Luft theils durch ihre Elasticität die electrische Atmosphäre gehörig zusammen drücken muß; theils durch die in ihr schwimmenden mannigfaltigen Theile derselben Zufluß abgiebt: so muß auch der Zustand der Erdatmosphäre in die electrischen Wirkungen einen Einfluß haben. Man sagt gemeiniglich, daß sie beym Ost- und Nordwinde am besten, beym Sudwinde aber schlechter, von statten giengen, und daß eine dunstige Luft überhaupt denenselben schädlich sey, daher die Menge der Zuschauer in einem Zimmer sie leichte schwächte.

Daß

Das letzte aber schränket Herr Nollet also ein, daß es nur von denenjenigen electrischen Wirkungen zu verstehen sey, welche das Anziehen betreffen. Von den feuerartigen Wirkungen aber versichert er, daß sie ihm stets bey einer Menge von Leuten besser von statten gegangen, und er zu deren Beförderung die Personen mit gutem Erfolg näher herzutreten lasse (*). Dieses lässet sich auch wohl hören, weil sich das Feuer ohne Zweifel durch eine Zusammenhäufung desto leichter hervorbringen lässet, ie mehr Feuertheilgen schon in der Atmosphäre herum schwimmen. Daß eine Art von Glase zum electrisiren besser ist, als die andere haben mehrere angemerkt. Herr Nollet aber versichert, daß sowohl die Glaskugeln als neuen Pechkuchen, wenn sie ihren Effect im Anfange nicht recht thun, sich durch die Länge der Zeit und den Gebrauch verbessern (**). Bey jenen kan der Grund darinnen liegen, daß durch die öftere Oscillation und durchfahrende Bewegung die Pori bequemer, und gewisse Materien, die sich darinnen angehangen, ausgetrieben werden. Das Pech aber verbessert sich vielleicht dadurch, daß es trockner und dichter wird, und auch dadurch eine dichtere und unbeweglichere Atmosphäre, sonderlich in seinen Zwischenräumen, bekömmt. Man hat es ohne Zweifel der Menge so vieler veränderlichen Ursachen und Umstände bey der Electricität zuzuschreiben, daß die Erfahrungen fleißiger Naturforscher von derselben bisher nicht allezeit einstimmig gewesen sind.

§ 282.

Ob die electrische Materie mit der

Man wird nunmehr urtheilen können, wiefern die Meinungen gewisser Gelehrten Grund haben,

(*) l. c. p. 34.

(**) l. c. p. 8. 29.

haben, welche eine gewisse Art von Materie vor die electrische ausgegeben haben. Ist sie vielleicht die Materie des Lichtes oder das elementarische Feuer? Ich antworte: daß nach meinem Begriffe diese zwey Arten Materie nicht einerley sind, wie ich weiter unten beweisen werde. Das elementarische Feuer machet die electrische Materie, so lange der Körper wirklich electrisch ist, größtentheils aus. Die besondern Atmosphären der Körper aber sind nöthig, um ihm die gehörige Bewegung nach dem Körper zu, und aus demselben heraus, zu geben. Ohne dieselben wird man vor diese Bewegung in manchen Fällen kaum eine nur scheinbare Ursache angeben können. Wo es aber auch scheinet, als ob die Bewegung aus der Oscillation der elastischen Theile hergeleitet werden könte; da ist doch auch diese Ursache nicht auszuschliessen, weil sie erweislich ist § 24. Nach Setzung derselben aber wird man allezeit mit den Umständen besser zurechte kommen. Warum sollten aber auch andere leicht bewegliche Theilgen, die sich ihrer Figur und übrigen Umstände wegen darzu schicken, davon ausgeschlossen werden, die electrische Materie zum Theil ausmachen zu helfen, zumahl da sie sich nach den allgemeinen Gesetzen der Wirksamkeit in der Natur nothwendig eben sowohl mit einmischen müssen, und auch der Unterschied der Erscheinungen zur Gnüge lehret, daß die electrische Materie nicht völlig einmal, wie das andere, ist. Es ist auch nichts aufgelöset, wenn manche etlicher ähnlichen Wirkungen wegen die electrische Materie mit der Materie des Blitzes vor einerley halten. Denn aller andern Gegengründe zu geschweigen, so ist die Materie in dem einen Strahle des Blitzes selbst nicht wie in dem andern. Daß einige Gelehrte die electrische Materie den Lebensgeistern

Materie des elementarischen Feuers, des Lichtes, oder Blitzes einerley ist.

Ob sie mit den Lebens-

geistern einerley ist.

stern vor ähnlich gehalten haben (*), ist richtig, wenn man es von dem größten Theile derselben verstehet, und vor eine verständliche Ursache ihrer Bewegung sorget, und sich dabey bedinget, daß sie nur ordentlicher Weise noch nicht so reine und subtilisirt angetroffen wird, als sie alsdenn ist, wenn sie die Lebensgeister in uns ausmachet. Denn diese wird man sich schwerlich anders als Kügelgen vorstellen können, welche aus elementarischem Feuer, welches in sehr zarte Behältnisse verschlossen ist, bestehen. Die Materie darzu wird demnach überall angetroffen, weil die Lebensgeister im Gehirne aus dem Blute abgesondert werden, der Chylus aber, der das Blut giebt, aus allen Arten von Speise zubereitet wird.

Ob sie der magnetische Materie ähnlich ist.

Wieviel Aehnlichkeit die electrische Materie mit der magnetischen habe, lässet sich nicht ausmachen, da uns die letztere zu unbekannt ist. Die Allgemeinheit der Electricität aber lässet nicht vermuthen, daß die magnetische Materie ordentlicher Weise viel Antheil daran habe. Die Wirkungen der Electricität aber auf die Magneten können, wie bey andern Körpern schon aus den allgemeinen Ursachen derselben, oder bloß aus dem gestörten Gleichgewichte des Druckes von verschiedenen Seiten verstanden werden, wie man z. E. auch siehet, daß die Electricität die Wageschale ziehet, und das springende Wasser zertheilet.

(*) vid. Hausen novi profectus in hist. elect. p. 47 wo er vermuthet, daß eben das subtile Flüßige, welches auch die Electricität machet, in dem Blute anzutreffen ist, und nach gehöriger Absonderung daraus die Lebensgeister werden. Hiermit stimmet überein daß, als man in Italien einem electrisirten Menschen zur Ader gelassen, das Blut, welches man mit einem zinnernen Becken aufgefangen, beym ersten Herausschiessen viele Funken erregt hat, welches von neuem geschehen, so oft man die zugehaltene Ader wieder eröffnet hat. S. Hamburg. Magaz. 1 B. 6 St. p. 169.

Ende des ersten Theils der Naturlehre.